

Aus der Abteilung für klinische und experimentelle Audiologie
(Vorstand: Prof. Dr. W. Niemeyer)
der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Universitätskliniken Marburg a.d. Lahn

LÄRM UND LÄRMHÖRSCHÄDEN IN DER HOLZVERARBEITENDEN INDUSTRIE

Eine Untersuchung an 824 Arbeitnehmern der holzverarbeitenden Industrie in Hessen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Volker Geisen
aus
Bülkau

Marburg (Lahn)
1977

Aus der Abteilung für klinische und experimentelle Audiologie
(Vorstand: Prof. Dr. W. Niemeyer)
der Hals-Nasen-Ohren-Klinik der Universitätskliniken Marburg a.d. Lahn

LÄRM UND LÄRMHÖRSCHÄDEN IN DER HOLZVERARBEITENDEN INDUSTRIE

Eine Untersuchung an 824 Arbeitnehmern der Holzverarbeitenden Industrie in Hessen



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Volker Geisen
aus
Bülkau

Marburg (Lahn)
1977



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 16. Dezember 1977

gedruckt mit Genehmigung des Fach-
bereiches Humanmedizin

Dekan: Prof. Dr. F. Neurath
Referent: Prof. Dr. W. Niemeyer
Correferent: Prof. Dr. G. Hildebrandt

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Problemstellung: "Lärm und Lärm- hörschaden"	5
2.1. Lärm, Messung und Beurteilung	5
2.1.2. Frequenzanalysen	11
2.2. Gesundheitliche Schädigungen durch Lärm	14
2.2.1. Psychische und vegetativ-soma- tische Schädigungen	15
2.2.2. Lärmhörschäden	17
2.2.2.1. Ätiologie des Lärmhörschadens	18
2.2.2.2. Pathogenese des Lärmhörschadens	23
2.2.2.3. Symptomatik und Verlauf des Lärmhörschadens	27
2.2.2.4. Differentialdiagnose des Lärm- hörschadens	29
2.2.2.5. Therapie und Prophylaxe des Lärmhörschadens	30
3. Fragestellung	36
4. Methodik	39
4.1. Untersuchungsgang	39
4.1.1. Anamneseerhebung	40
4.1.2. Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtbeginn	40

	Seite
4.1.3.	Lärmmessung am Arbeitsplatz 45
4.1.4.	Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtende 46
4.2.	Auswertung der Ergebnisse 49
4.2.1.	Lärmspektrenklassierung 49
4.2.2.	Audiogrammklassierung 51
4.2.3.	TTS-Klassierung 54
4.3.	Stichprobe 57
4.3.1.	Nationalität und Geschlecht 58
4.3.2.	Betriebssoziologische Faktoren 62
5.	Darstellung der Ergebnisse 66
5.1.	Angaben zur Anamnese 66
5.1.1.	Familienanamnese 67
5.1.2.	Eigenanamnese 67
5.1.3.	Angaben zur früheren Lärmexposition 68
5.1.4.	Angaben zur jetzigen Lärmexposition und zur Lärmeinwirkzeit 72
5.1.5.	Angaben zur Beurteilung des eigenen Hörvermögens 73
5.1.6.	Angaben zum persönlichen Schallschutz 74
5.1.7.	Angaben zur Lärmpause 76
5.2.	Befunderhebung 77
5.2.1.	Gehörgangs- und Trommelfellbefunde 77

	Seite
5.2.2. Beurteilung des einwirkenden Lärms durch den Untersucher	77
5.3. Ergebnisse zur 1. Fragestellung	79
5.3.1. Tätigkeit in Maschinensälen	79
5.3.2. Tätigkeit in Montagehallen	83
5.3.3. Tätigkeit in Sägewerken	86
5.3.4. Tätigkeit in Schleifabteilungen	88
5.3.5. Tätigkeit in Bohrabteilungen	91
5.3.6. Tätigkeit in Furnierabteilungen	91
5.3.7. Tätigkeit in Lackierabteilungen	96
5.3.8. Nicht maschinelle, manuelle Tätig- keiten	98
5.3.9. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 1. Fragestellung	101
5.4. Ergebnisse zur 2. Fragestellung	103
5.4.1. Stuhlfabriken	104
5.4.2. Dachträgerindustrie	106
5.4.3. Furnier- und Sperrholzwerke	108
5.4.4. Polstermöbelindustrie	110
5.4.5. Holzkistenindustrie	112
5.4.6. Fensterbau	114
5.4.7. Wohnmöbelindustrie	116
5.4.8. Kleiderbügelindustrie	118
5.4.9. Büromöbelindustrie	119

	Seite
5.4.10. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 2. Fragestellung	124
5.5. Ergebnisse zur 3. Fragestellung	125
5.5.1. Maschinen, die hauptsächlich in der Wohn- und Büromöbelindustrie vorkommen	126
5.5.1.1. Aufteilautomaten	127
5.5.1.2. Überfurnier- oder Deckschichtpressen	129
5.5.1.3. Kantenverleimmaschinen	131
5.5.1.4. Doppelendprofiler	133
5.5.2. Maschinen, die vorwiegend in Sägewerken vorkommen	136
5.5.2.1. Vertikalgatter	136
5.5.2.2. Kapp- und Pendelsägen	138
5.5.3. Maschinen, die vorwiegend in Furnierabteilungen vorkommen	138
5.5.3.1. Furniermessermaschinen	140
5.5.3.2. Furniertrockner	142
5.5.4. Maschinen, die keiner bestimmten Betriebsart zugeordnet werden können	142
5.5.4.1. Tischkreissägemaschinen	144
5.5.4.2. Hobelmaschinen für mehrseitige Bearbeitung	146
5.5.4.3. Tischfräsmaschinen	148

	Seite
5.5.4.4. Bandschleifmaschinen	150
5.5.4.5. Hackmaschinen	152
5.5.5. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 3. Fragestellung	154
5.6. Ergebnisse zur 4. Fragestellung	156
5.6.1. Tätigkeit in Maschinensälen	157
5.6.2. Tätigkeit in Montagehallen	157
5.6.3. Tätigkeit in Sägewerken	158
5.6.4. Tätigkeit in Schleifabteilungen	158
5.6.5. Tätigkeit in Furnierabteilungen	159
5.6.6. Nicht maschinelle, manuelle Tätig- keiten	159
5.6.7. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 4. Fragestellung	160
5.7. Ergebnisse zur 5. Fragestellung	160
5.7.1. Zusammenhang zwischen Lärmexpo- sitionsdauer und TTS	160
5.7.2. Zusammenhang zwischen gegenwär- tiger Lärmexposition und TTS	163
5.8. Ergebnisse zur 6. Fragestellung	165
5.8.1. Zusammenhang zwischen Hörschäden mit Einbruch in das Flüstersprache- gehör und der Zahl der Lärmarbeits- jahre	165
5.8.2. Zusammenhang zwischen Hörschäden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör und Lärmbelastung am Arbeitsplatz	166

5.8.3.	Zusammenhang zwischen Hörschäden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör und Frequenzcharakteristik des Lärms	169
5.9.	Ergebnisse zur 7. Fragestellung	170
5.9.1.	Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuchten Personen und tatsächlich einwirkendem Schallpegel	170
5.9.2.	Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuchten Personen und Geräuschcharakteristik	175
5.9.3.	Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuchten Personen und Lärmexpositionszeit	176
5.9.4.	Zusammenhang zwischen Beurteilung des eigenen Hörvermögens durch die untersuchten Personen und tatsächlichen Hörverlusten	178
5.9.5.	Zusammenhang zwischen Beurteilung des eigenen Hörvermögens durch die untersuchten Personen und Lärmexpositionsdauer	182
5.10.	Ergebnisse zur 8. Fragestellung	188
5.10.1.	Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und Lärmintensität	188

	Seite
5.1o.2. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und Geräuschcharakteristik	19o
5.1o.3. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und TTS	191
5.1o.4. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und bestehenden Hörverlusten	192
6. Diskussion der Ergebnisse	2o2
6.1. Arbeitsmedizinischer Teil	2o7
6.2. Audiologischer Teil	221
7. Zusammenfassung	241
8. Literaturverzeichnis	248
9. Tabellarischer Anhang	265
Lebenslauf	...
Danksagung	...

1. Einleitung

"Eines Tages wird der Mensch den Lärm genauso bekämpfen müssen, wie wir heute die Pest und die Cholera bekämpfen." Einer der ersten Politiker, die diesen Satz Robert Koch's (48), der seit langem Realität geworden ist, in die Tat umsetzte, war vor nun bald 80 Jahren der Wiener Bürgermeister Karl Lueger, der die Errichtung von Warenhäusern in seiner Stadt mit der Begründung untersagte: "Unsere stillvergnügten und ruhigen Wiener Bürger wollen wir gegen den Lärm und seine Folgen schützen." (SCHMIDT-LAMBERG (94)).

Nach einer Umfrage der Wickert-Institute fühlen sich heute 60 %, nach einer Umfrage des Institutes für Demoskopie in Allensbach 53 % aller Deutschen durch Lärm belästigt (JO-KIEL und FELDMANN (36)).

Es gibt keine Berufskrankheit, die im letzten Jahrzehnt auch nur annähernd eine derartige Zunahme an Entschädigungsfällen zu verzeichnen hätte, (NIEMEYER (80)), wie die Lärmschwerhörigkeit. Erstmals fand sie sich unter der Bezeichnung "durch Lärm verursachte Taubheit oder an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit" in der 2. Berufskrankheitenverordnung vom 11.2.1929 (WAGNER und KÖRNER (115)) unter der Nummer 18. Sie bezog sich allerdings nur auf Betriebe der Metallindustrie. Im gleichen Jahr noch wurden 148 Fälle angezeigt und 14 entschädigt. Damit war die Lärmschwerhörigkeit bei 22 entschädigungspflichtigen Berufserkrankungen gleich zu Beginn an die 7. Stelle der Neuzugänge von zu entschädigenden Erkrankungen gerückt. Nach einem weiteren Anstieg in den beiden folgenden Jahren fielen Meldungen und Entschädigungen jedoch kontinuierlich ab bis zum Jahre 1935, in dem noch 2 Fälle berentet wurden. Von der 3. BKVO (16.12.1936) ab war die Lärmschwerhörigkeit die Berufskrankheit Nr. 22. Die Zahl der Entschädigungen stieg seit dieser Zeit nicht nennens-

wert an. Erst im Jahre 1950 war die Lärmschwerhörigkeit mit 18 Entschädigungen wieder an die 9. Stelle gerückt. Mit der 5. BKVO vom 26.7.1952 wurde die Lärmschwerhörigkeit - jetzt Berufskrankheit Nr. 35 - von den Unternehmen der Metallindustrie auch auf die Textilindustrie und Motorenprüfstände ausgedehnt. Von 1952 bis 1960 wurden 193 Fälle berentet. Bis zum Inkrafttreten der 6. BKVO waren somit seit 1929 insgesamt 420 Personen wegen Lärmschwerhörigkeit erstmals entschädigt worden (KLOSTERKÖTTER (44)), wobei allerdings kein Zahlenmaterial der Kriegs- und der ersten beiden Nachkriegsjahre vorliegt. Diese geringe Zahl erklärt sich zum einen durch die Begrenzung auf wenige Industriezweige, zum anderen durch die strenge Definition von "Taubheit oder an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit", wonach nur derjenige Anspruch auf Entschädigung hatte, der Umgangssprache aus mehr als 25 cm Entfernung nicht mehr verstehen konnte (KLOSTERKÖTTER (44)). Diese beiden Unzulänglichkeiten wurden in der 6. BKVO vom 28.4.1961 beseitigt: Unter Rubrik B:

"Durch physikalische Einwirkungen verursachte Krankheiten" fand sich jetzt unter der Berufskrankheit Nr. 26 die Bezeichnung "Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit", die auf alle Industriezweige ausgedehnt wurde (WAGNER und KÖRNER (115)). Hierdurch konnten auch leichtere Grade der Lärmschwerhörigkeit berentet werden, wobei allerdings eine rückwirkende Anerkennung von Erkrankungen, die vor dem Tag des Inkrafttretens dieser Verordnung aufgetreten waren (7.5.1961), ausgeschlossen wurden. Von 1961 bis 1968 wurden nach KLOSTERKÖTTER (45) insgesamt 1018 Fälle, davon im Bereich der gewerblichen Berufsgenossenschaften nach NIEMEYER (80) und NEUBERT (77) 946 Fälle neu entschädigt. Mit Beginn der 7. BKVO (20.6.1968) wurde eine

rückwirkende Berentung gewährt, wenn der Versicherungsfall durch Lärmschwerhörigkeit nach dem 31.12.1951 aufgetreten war. Deshalb kam es auch im Jahre 1969 zu einem starken Anstieg der Neuentschädigungen. Die Zahlen betragen 451 (NIEMEYER (80)) bzw. 524 (KLOSTER-KÖTTER (45)). 1970 stieg die Zahl auf 577 und machte damit etwa 60 % aller neu zu entschädigenden Berufskrankheiten aus. Damit war die Lärmschwerhörigkeit zur dritthäufigsten Berufskrankheit geworden (NIEMEYER (80), SANDER (92)). Im Jahre 1971 stieg die Zahl der Neuentschädigungen um weitere 23,9 % auf 715 (WAGNER (114)), 1972 auf 911 (TIFFERT (106)). 1973 wurde mit 1101 erstmals Entschädigter die Tausender-Grenze überschritten und lag damit um 20,9 % über dem Vorjahresergebnis (DEUTSCHER DEPESCHEN DIENST (11), Juni 74). Trotzdem erscheinen diese Zahlen noch vergleichsweise gering. In der DDR beispielsweise nahm die Lärmschwerhörigkeit bereits 1963 mit 1521 Anerkennungen den ersten Platz unter den Berufskrankheiten ein. Diese Zahl stieg bis zum Jahre 1968 auf 7069 (VOLLBRECHT und ZENK (112)). Hieraus mag man ablesen, was in der BR. Deutschland auf uns zukommen kann, wenn, wie in einigen sozialistischen Ländern, regelmäßige Kontrolluntersuchungen in Lärmbetrieben durchgeführt werden. Eine einzige entschädigungspflichtige Erkrankung kostet nach BERNHARD (2) den Versicherungsträger in 25 Jahren ca. 135 000 DM. Nach BELL (1) sind die potentiellen Kosten der durch Lärmeinwirkung entstehenden Schwerhörigkeiten wahrscheinlich höher, als die irgendeiner anderen Berufskrankheit.

Es sollten schon aus diesem Grunde, mehr aber noch aus psychologisch-humanitären Aspekten, alle prophylaktischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, um wenigstens

in Zukunft durch Lärm verursachte Gesundheitsschäden, die ja auch ein immer größer werdendes volkswirtschaftliches Problem darstellen, soweit wie möglich zu reduzieren. Dabei erscheint es vor allem notwendig, die besonders gehörgefährdenden Betriebsarten, Tätigkeiten und Lärmquellen zu erfassen.

Die vorliegende Arbeit soll dazu für die holzbearbeitende und holzverarbeitenden Industrie, die 1972 immerhin 264 599 Arbeiter und Arbeiterinnen beschäftigte (120), einen Beitrag leisten.

2. Problemstellung:

"Lärm und Lärmschäden"

Die nachfolgende Übersicht soll ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit eine Zusammenfassung neuerer Literaturquellen zum Thema Innenohrschäden durch Lärm geben und dabei insbesondere an LEHNHARDT's im Jahre 1965 erschienene Monographie (LEHNHARDT (58)) anschließen.

2.1. Lärm, Messung und Beurteilung

Es gibt keine physikalische Erklärung des Lärms. Definitionen, die ihn als "ein Gemisch von Tönen mit unregelmäßigen Frequenzabständen" (LEHNHARDT (58)) beschreiben, lassen die psychologische Verarbeitung durch den Hörenden (SANDER (92)), also die subjektive Lästigkeit des Geräusches, unberücksichtigt. "Dem Besitzer kann eine laufende Kreissäge wie Musik in den Ohren klingen, für die Anwohner ist sie eine Kreischsäge" (55), und "der Lärm einer Großstadt stört nicht den dort Einkaufenden, wohl aber den Logiorgast eines zentral gelegenen Hotels" (MELCHIOR (71)).

Am besten kann man Lärm definieren als "jede Art von Schall, insbesondere solcher von großer Intensität, durch den Menschen gestört, belästigt oder gar gesundheitlich geschädigt werden" (LÄRMFIBEL (54)).

Da nun diese subjektiven Komponenten nicht meßtechnisch erfaßt werden können, mußte zumindest ein bewerteter Schallpegel gefunden werden, der den besonderen Eigenschaften des menschlichen Ohres, mittelfrequente und hohe Töne lauter zu empfinden als sehr hohe und tiefe

(JOKIEL und FELDMANN (36), HOFFMANN (30) u.a.), Rechnung trägt; denn der Bereich besten Hörens liegt zwischen 1 und 4 KHz. Bei gleichen Intensitäten ist die Schädigungsgefahr innerhalb dieses Bereiches deutlich größer als in den darunter und darüber liegenden Frequenzen (LEHNHARDT und BÜCKING (60)). Das DIN-Phon als Meß-Einheit der Lautstärke war ein solcher Maßstab. Hier wurden Kurven gleicher Lautstärke durch Vergleich mit einem 1 KHz-Ton ermittelt, wobei ein Phon als gerade noch wahrnehmbare Differenz zwischen zwei verschiedenen starken reinen Tönen definiert wurde (SANDER (92)). Inzwischen ist es nicht nur aus meßtechnisch-praktischen Gründen durch das physikalisch definierbare Dezibel ($dB = 20 \times \log P : P_0$; P_0 entspricht dem physikalischen Dämpfungs- oder Verstärungsverhältnis der beiden Schalldruckamplituden zueinander (LANGENBECK und LEHNHARDT (53))) als Einheit der Schallstärke abgelöst worden. Es wurden vom IEC (International Electrotechnical Commission) 3 bewertete Kurventypen ausgewählt, die in dB (A), dB (B) und dB (C) angegeben werden. Je nach Höhe des Schallpegels wurde anfänglich eine der Bewertungskurven herangezogen und dann in DIN-Phon angegeben (JOKIEL und FELDMANN (36)): bis einem linearen Schallpegel von 60 dB galt dB (A), bis zu einem linearen Schallpegel zwischen 60 und 100 dB (B) und bei noch größeren Intensitäten dB (C).

Heute wird Lärm fast ausschließlich in dB (A) gemessen. Das dB (A) entspricht bei 1 KHz dem DIN-Phon. Unterhalb 60 dB (A) besteht kein gravierender Unterschied zum DIN-Phon, um und über 60 dB (A) können Differenzen bis zu 17 dB auftreten (WOLFF (122)).

Die Beurteilung eines einwirkenden Geräusches kann sowohl an Hand des Gesamtschallpegels als auch auf Grund seiner spektralen Zusammensetzung erfolgen.

2.1.1. Energieäquivalente Geräuschpegel

Der in der BR. Deutschland gültige Beurteilungspegel L_r (rating sound level) wird aus den beiden Parametern Schalldruckpegel und Einwirkzeit gebildet und ebenfalls in dB (A) ausgedrückt. Er ist definiert als der Pegel eines zeitlich konstanten Geräusches, der dem zeitlich schwankenden Pegel in seiner Wirkung auf das Gehör gleichgesetzt wird (VDI 2058 Bl. 2, 2.2. (109)), bezogen auf eine 8-stündige Arbeitsschicht bzw. eine 40-stündige Arbeitswoche. Bei Schwankungsbreiten bis "etwa 10 dBA" (VDI 2058. 4.4) gilt ein Wert, der um etwa 1/3 des Schwankungsbereiches unter dessen oberer Grenze liegt. In allen anderen Fällen ist er als Mittelungspegel unter Berücksichtigung der Dauer von Meßteilzeiten nach DIN 45641 (18) folgendermaßen definiert:

$$L_r = \frac{q}{\lg 2} \cdot \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^M t_i \cdot 10^{\frac{\lg 2}{q} \cdot l_i} \right);$$

hierbei ist:

1. $q \approx$ Halbierungsfaktor; z.B. gilt $q \approx 3$, so entspricht eine Pegelsenkung um 3 dB einer Halbierung der Einwirkdauer oder des Gewichtungsfaktors (s.u.), gilt $q \approx 4$, so wäre es eine Pegelsenkung von 4 dB. $q \approx 4$ oder mehr wird eingesetzt, wenn der Lärm durch zusätzliche Pausen unterbrochen wird.

2. $t_i \approx$ Dauer der Teilzeit i (sek., min. oder std.), in der der Mittelungspegel (s.u.) einwirkt.
3. $T \approx$ Beurteilungszeitraum (z.B. 8 Std. für eine normale Schicht).
4. $M \approx$ Anzahl der (Messungen von) Teilzeiten.
5. $L_i \approx$ Mittelungspegel der Teilzeit i

$$L_i \approx \frac{q}{\lg 2} \cdot \lg \left(\frac{1}{T} \cdot \sum t_i \cdot g_i \right)$$

hierbei ist:

- 5.1. $t_i \approx$ Summe der Teilzeiten, während der ein bestimmter Schallpegel (L_i) auftritt.
- 5.2. $g_i \approx$ Gewichtungsfaktor (pegelabhängiger Faktor, der tabellarisch ermittelt werden kann und dabei von q (s.o.) und L_i ($\approx L_i - L_0$) abhängig ist. (L_0 ist ein meist im unteren Meßbereich liegender Schallpegel).

Das praktische Vorgehen zur Ermittlung des Beurteilungspegels soll an Hand eines rekonstruierten, sehr einfachen Beispiels aus der Holzverarbeitenden Industrie einmal dargestellt werden (abgewandelt nach TIFFERT (106)):

Ein Arbeiter eines Wohnmöbelwerkes ist an einem Doppelendprofiler beschäftigt. Während der Arbeitszeit wirkt auf ihn ein:

- 200 min ein Lärm von 100 dB (A), (Maschinen beim Spanen)
- 200 min ein Lärm von 90 dB (A), (Maschinen im Leerlauf)
- 45 min ein Lärm von 70 dB (A), (Pausen von 30 und 15 min)
- 35 min ein Lärm von 80 dB (A), (Maschinen abgestellt, Raumpegel).

Tabelle 1 zeigt die für die Ermittlung des Beurteilungspegels notwendigen Faktoren bezogen auf dieses Beispiel.

Tab. 1:

Li	$\Delta Li(Li-L_0)$	ti	gi	tixgi
100 dB (A)	30 dB (A)	200 min	1000	200000
90 dB (A)	20 dB (A)	200 min	100	20000
70 dB (A)	0 dB (A)	45 min	1,0	45
80 dB (A)	10 dB (A)	35 min	10	350

gi wird hierbei aus Tab. 3 der DIN 45641 für $q = 3$ ermittelt;
 L_0 ist der niedrigste Schallpegel dieser Meßreihe (70 dB (A)).

Die Summe der 4 Teilzeiten t_i beträgt 480 min, die Summe des Produkts aus $t_i g_i$ 220395. Hieraus ergibt sich ein mittlerer Gewichtungsfaktor g_i ($220395 : 480$) von 460. Für einen Halbierungsfaktor von $q = 3$ beträgt nun nach Tab. 3 der DIN 45641 ΔLi bezogen auf diesen Arbeitstag 26,6 dB (A). Dieser Wert wird jetzt zu $L_0 = 70$ dB (A) addiert und es resultiert ein Beurteilungspegel von 96,6 dB (A). Zeigt nun der so errechnete Beurteilungspegel Abweichungen innerhalb einer Arbeitswoche, so gilt er als der Mittelungspegel L_j der Teilzeit j (s.o.).

Für die BR. Deutschland gilt nach der Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie (89) ein maximaler Beurteilungspegel von 90 dB (A) bezogen auf eine 8-stündige Einwirkzeit als Schallpegelrichtwert, bei dessen Überschreitung Überwachungsuntersuchungen durchgeführt und Gehörschützer zur Verfügung gestellt werden müssen.

Der Entwurf der "Verordnung über Arbeitsstätten" des Bundesarbeitsministeriums (111) besagt in § 15, daß der Beurteilungspegel bei überwiegend geistiger Tätigkeit höchstens 55 dB (A), bei einfachen oder überwiegend mechanisierten Bürotätigkeiten oder vergleichbarer Tätigkeit 70 dB (A) betragen darf. Bei allen sonstigen Tätigkeiten ist ein Beurteilungspegel von höchstens 85 dB (A) erwünscht. Soweit er aber "nach der betrieblich möglichen Lärminderung zumutbarerweise nicht einzuhalten ist, darf er bis zu 5 dB (A) überschritten werden."

Verhältnismäßig einfach läßt sich der Beurteilungspegel bestimmen, wenn während der Arbeitszeit ein konstanter Dauerlärm besteht, wie z.B. in manchen Betriebsbereichen der Textilindustrie oder in manchen Kraftwerken (FLÜGGE (21)). Bei schwankenden und/oder intermittierend wechselnden Lärmpegeln, die in der Industrie und besonders auch in der Holzverarbeitenden Industrie vorherrschen, haben dagegen die Erfahrungen gezeigt, daß die so vorgenommene Ermittlung eines Beurteilungspegels für die Störwirkung oder Lästigkeit von Geräuschen brauchbare Werte liefern mag, für die Schädlichkeit dieser Geräuschform aber nicht geeignet ist. Im Steinkohlebergbau hätten bei Anwendung des äquivalenten Dauerschallpegels 90 % aller Arbeiter Lärmhörschäden aufweisen müssen, der tatsächlich audiometrisch bestätigte Anteil liegt dagegen nach FLÜGGE (21) bei 15 %. Dieser Autor sieht das Versagen des Beurteilungspegels bei der Bewertung unterbrochener Geräusche in erster Linie in der Tatsache, daß der für die Energieäquivalenz anzusetzende Halbierungsparameter von $q \approx 3$ für gewisse Pegelbereiche des Arbeitslärms zu klein erscheint. DIN 45641 (18) berücksichtigt dies immerhin soweit, als zur Ermittlung von ΔL_i der Gewichts-

faktor sowohl für $q \approx 3$ als auch für $q \approx 4$ angegeben wird. Auch VDI 2058 Blatt 2 (109) besagt in Anhang C, daß es in manchen Fällen angebracht sein kann, andere Halbierungsparameter zu verwenden als $q \approx 3$. Selbst das in Anhang C ebenfalls wiedergegebene Botsfort-Diagramm beruht auf wechselnden Halbierungsfaktoren. Bei hohen Lärmintensitäten verhalten sie sich umgekehrt proportional zur Lärmeinwirkdauer. In den Vereinigten Staaten von Amerika gilt nach Beschluß der Walsh-Healy-Regulation (113) ein Halbierungsparameter von $q \approx 5$ bei einem Grenzschallpegel von 90 dB. Allerdings wird hier die für jede Geräuscheinwirkung zulässige Arbeitszeit durch die tatsächliche Einwirkdauer dividiert. Die so in den Teilzeiten ermittelten Quotienten werden anschließend addiert, so daß die Summe auf eine 8-Std.-Schicht bezogen ist. Bringt diese Summe einen größeren Wert als 1, so muß mit Lärmherschäden gerechnet werden. Auch im britischen "Hygiene Standart for Wide-Band Noise" und im "Landeskulturge-setz der DDR" gilt ein Schallpegelrichtwert von 90 dB (A) (KLOSTERKÖTTER (46)).

Alle diese Verfahren versuchen also der Beziehung zwischen Lärmintensität und Lärmeinwirkdauer hinsichtlich der erwarteten Lärmherschäden Rechnung zu tragen.

2.1.2. Frequenzanalysen

Durch die A-Bewertungskurve wird die spektrale Zusammensetzung des Geräusches in gewisser Weise mit berücksichtigt; denn bei gleichen linearen Intensitäten werden die tiefen und sehr hohen Frequenzen geringer bewertet als diejenigen zwischen 1 und 4 KHz. Natürlich ist aber

aus dem Pegelwert die Frequenzcharakteristik nicht erkennbar. Ferner wird im Beurteilungspegel oder vergleichbaren Bewertungen nichts über die Bandbreite eines Geräuchs ausgesagt. LEHNHARDT (57) konnte nachweisen, daß Schmalbandgeräusche schädlicher sind als Breitbandgeräusche gleicher Intensität. Dennoch ziehen die nationalen und internationalen Richtlinien westlicher Industriestaaten neben der häufig in der Aussagekraft anzweifelbaren Ermittlung des Beurteilungspegels oder vergleichbaren Äquivalenzpegel die technisch etwas aufwendigere Oktavbandanalyse nicht in Betracht, obwohl deren Aussagekraft bei kontinuierlichen Geräuschen oder intermittierenden Geräuschen, bei denen die im Frequenzspektrum festgehaltenen Pegel vorherrschen, sicherlich erheblich größer ist. Eine Ausnahme macht hier die Walsh-Healey-Regulation (113), die zusätzlich zur bewerteten Gesamtintensität auch die Spektralanalyse in Oktavbändern vorsieht. Selbst die ISO-Recommendation (International Organisation for Standardization) hat die auch in neuer Literatur immer wieder angeführten "Noise-Rating-Curves" (NRC), die sicher weniger gut fundiert waren als andere Grenzwertkurven (REICHARDT (86)), zugunsten eines A-bewerteten Gesamtschallpegels wieder verlassen (FLÜGGE (21)). In den meisten sozialistischen Ländern hat die NRC 85 aber für intermittierende Geräusche auch heute noch Gesetzeskraft. In der UdSSR (MEHMKE (70)) gilt für konstanten Lärm die statistisch am besten abgesicherte Slawin-Norm (REICHARDT (86)). Sie läßt zwischen 0,5 und 4 KHz gegenüber NRC 85 deutlich geringere Intensitätsmaxima zu, demgegenüber verläuft NRC 85 in den tiefen Frequenzen bis 125 Hz auf niedrigeren Grenzschaallpegeln. Weitere Vorschläge, auf die nicht näher eingegangen werden soll, sind die kritischen Grenzlinien der CHABA, die für verschiedene Lärmrein-

wirkzeiten Spektralgrenzkurven angibt, ferner das Spektrogramm nach Zwicker, bei dem das Spektrum in physiologisch begründete Frequenzgruppen aufgeteilt wird, die Verfahren nach Stevens (sone) und Kryter (dB (PN)) (WOLFF (122)), sowie die als Geraden verlaufenden Schädigungsgrenzen nach LÜBCKE und MEYER-DELIUS (55).

In Japan wurde eine Schädlichkeitsgrenze vorgeschlagen, die einen Hörverlust über 25 dB hinaus verhindern soll: 95 dB bei 100 - 200 Hz, 90 dB bei 200 - 3200 Hz, 85 dB bei 3200 bis 6400 Hz (GLORIG (24)).

Ein guter Vorschlag, der zwar große Resonanz, aber in der Praxis keinen Niederschlag fand, kam von REICH-ARDT (86). Hiernach sollte für Geräusche, die mindestens 5 Std. pro die einwirken, diejenige A-bewertete Kurve, die bei 1 KHz 80 dB beträgt, als Schädlichkeitsgrenze herangezogen werden; einmal, weil sie der Slawin-Norm sehr nahe kommt, zum anderen, weil nach den IEC-Vereinbarungen mit jedem Schallpegelmessgerät die A-Bewertung durchgeführt werden kann. Unter Zugrundelegung dieser Kurve läßt sich sagen, daß bei einem Gesamtpegel unter 80 dB (A) die Schädlichkeitsgrenzen nicht, bei einem Gesamtpegel über 88 dB (A) mit Sicherheit überschritten werden.

Der Nachteil fast aller frequenzabhängigen Schädlichkeitsgrenzen liegt darin, daß sie vorwiegend Gültigkeit haben für einen 5-8Std. kontinuierlich einwirkenden Lärm. Für kürzere Einwirkzeiten infolge unterbrochenen Lärms sind eigentlich nur die auf Kryter zurückgehenden kritischen Grenzlinien der CHABA zu verwenden.

Der große Vorteil der Frequenzanalyse liegt aber neben der Erkenntnis über die Frequenzzusammensetzung und Bandbreite des Geräusches insbesondere darin, daß man beurteilen kann, in welchem Maße, in welcher Bandbreite und in welchen Frequenzbändern die Grenzen der Schädlichkeit überschritten werden.

2.2. Gesundheitliche Schädigungen durch Lärm

Das Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie (LEHMANN (56)) hat 1957 4 Wirkgruppen des Lärms aufgestellt, die auch für die A-Bewertung als ungefähre Richtwerte gelten können (WOLFF (122)), obwohl sie damals noch in DIN-Phon angegeben wurden. Hiernach besteht bei einer Geräusch-Belastung von weniger als 30 dB (A) keine Lärmwirkung. Zwischen 30 bis 65 dB (A) (Gruppe I) sind psychische Störungen möglich. Zwischen 65 - 90 dB (A) (Gruppe II) können neurovegetative Störungen hinzukommen. Bei 90 - 120 dB (A) (Gruppe III) muß außerdem mit bleibenden Hörschäden gerechnet werden (nach Ansicht fast aller Autoren mußte der untere Grenzwert 85 dB (A) heißen.). Bei mehr als 120 dB (A) (Gruppe IV) ist die Schmerzgrenze erreicht. Hier können zusätzlich zerebrale Ausfallerscheinungen bei Ganglienzelldegenerationen auftreten. Viel allgemeiner drückt sich HAIDER (29) in seiner Abstufung der Lärmzuverlässigkeit aus. Danach ist bei Geräuschbelastung zwischen 40/45 dB (A) und 60/65 dB (A) eine Gesundheitsstörung möglich; Geräusche bis zu 85 dB (A) können bei längerer Einwirkzeit eine Gesundheitsgefährdung hervorrufen, und bei Lärm über 85 dB (A) muß mit einer Gesundheitsschädigung gerechnet werden. Den Erkenntnissen folgend, daß erstens die Schwellenbereiche für die Auslösung rele-

vanter Lärmwirkungen durchaus nicht abgesichert sind und wohl auch ineinander übergreifen und, daß zweitens bei allen neuen und plötzlich einsetzenden Geräuschen je nach Persönlichkeitsdimension unterschiedliche psychologische und physiologische Reaktionen auftreten (JANSEN (35)), verzichtet KLOSTERKÖTTER (46) auf die Angabe von Lärmwirkgruppen im Sinne LEHMANN'S. Er unterscheidet zwischen:

1. Belästigung
2. Aktivierung des zentralen und vegetativen Nervensystems einschließlich Schlafstörung
3. Behinderung der Kommunikation der akustischen Umweltorientierung
4. Störung bestimmter Leistungen
5. Schädigung und Zerstörung der Hörsinneszellen des Innenohres.

2.2.1. Psychische und vegetativ-somatische Schädigungen

Bei den psychischen Störungen durch Lärm spielt neben der Intensität auch die Frequenzzusammensetzung eine Rolle; insbesondere hohe schmalbandige Frequenzanteile und herausragende Einzeltöne wirken lästig (KLOSTERKÖTTER (46)). Überfordert die Frequenzcharakteristik die Fähigkeit der Strukturanalyse des Hörenden, so kann der Eindruck des Versagens, der Unsicherheit und damit der Belastung und Bedrohung erfolgen (SCHÖNPFLUG (95)). Auch die Anstiegsschwelle (Impuls-Lästigkeit), Häufigkeit und Größe der Pegelschwankungen und Dauer des Anschwellens bestimmen die individuellen Reaktionen (KLOSTERKÖTTER

(46)). Bei Geräuschaufnahme und -Verarbeitung kommt es zur Interferenz; d.h. es wird Kapazität in Anspruch genommen, welche eigentlich der Verarbeitung und Steuerung anderer Handlungen zugedacht war (SCHÖNPFLUG (95)). Eine besondere Schwierigkeit dürfte, wie BRUCKMAIER und LANG (7) gezeigt haben, aber in der Erkenntnis der eigentlichen Belastungsschwelle liegen. Die beiden Autoren geben an, daß sich bei einem Pegel von 40 - 45 dB (A) 66 % nicht gestört, 20 % gestört und 14 % stark gestört fühlen; bei 55 - 60 dB (A) dagegen fühlen sich nur noch 15 % nicht gestört, aber 60 % stark gestört. Man kann also vermuten, daß der kritische Bereich im Einzelfall bei 40 dB (A) beginnt, die meisten Menschen aber Pegel bis 45 dB (A) nicht als Belastung empfinden. (KLOSTERKÖTTER (46)). Auf die vegetativ-somatischen Beeinträchtigungen durch Lärm (JANSEN (34)) soll an dieser Stelle nicht detailliert eingegangen werden. LEHNHARDT (58) glaubt, daß man vielen Veröffentlichungen, die sich mit extraauralen Lärmschäden befassen, eine gewisse Skepsis entgegenbringen müsse und führt zum Beweis Autoren an, die in ihren Untersuchungsreihen keine derartigen Störungen feststellen können. Verwiesen sei aber auf die subsummierende stichwortartige Übersicht von LORENZ und NEUMANN (62) aus dem Jahre 1970. Allgemein ausgedrückt kann man nach MILLER (74) die vegetativen Reaktionen auflgliedern in

1. schnelle Reizantworten der willkürlichen Muskulatur als Folge der Aktivierung des ZNS, z.B. Krämpfe, Spasmen etc. (LORENZ und NEUMANN (62))
2. langsamere Reizantworten der glatten Muskulatur und einiger exokriner Drüsen als Folge der Aktivierung des vegetativen Nervensystems, z.B. Vasokonstriktion

tionen, Pupillendilatationen, Verringerung der Magensaftsekretion etc. (LORENZ und NEUMANN (62)).

3. langsame Reizantworten des endokrinen Systems, z.B. Pankreas-Inselzellen, NNR, wobei spezifizierend zu ergänzen ist, daß REVESZ (88) bei intensiven Lärmbelastungen einen akustisch ausgelösten Streß durch vermehrte ACTH-Ausschüttung der Hypophyse nachweisen konnte.

2.2.2. Lärmhörschäden

Eine quantitativ genormte Definition für "Lärmhörschäden" besteht derzeit noch nicht. Die auch in der 7. BKVO noch aufgeführte "Lärmtaubheit" ist wissenschaftlich unhaltbar (KOCH und WAGEMANN (49), LEHNHARDT (58), NIEMEYER (80) u.a.). Andererseits erscheint es bedenklich, jeden auf ein schmales Frequenzband beschränkten Hörverlust durch Lärm als "Lärmschwerhörigkeit" zu bezeichnen; denn der Betreffende selbst empfindet in solchen Fällen sein Hörvermögen als normal, und sein Sprachverständnis ist nicht gestört (NIEMEYER (80)). Eine sinnvolle Definition geben VOLLBRECHT und ZENK (112): "Ein Verdacht auf eine lärmbedingte Schädigung besteht, wenn nach dem Ergebnis der audiometrischen Untersuchung ein Hörverlust in den oberen Frequenzen vorliegt. Sobald sich diese Schädigung auf die mittleren Frequenzen ausdehnt und ab 3 KHz zu den höher gelegenen Frequenzen die 40 dB-Hörverlustlinie überschreitet, ist die Person als lärmgeschädigt anzusehen. Mit einer Beeinträchtigung des sozialen Gehörs muß gerechnet werden, und eine entsprechende Verdachtsmeldung ist zu erwägen." Der Hörverlust von 40 dB bei 3 KHz bedingt ei-

nen Einbruch in das Flüstersprachegehör (LEHNHARDT 1965 (58)). Die Hörweite für Flüstersprache ist in diesen Fällen auf Werte von unter 3 m eingeschränkt, und der Betroffene kann bei Diskussionen mit mehreren Personen, die Sprache einzelner Gesprächspartner nicht verwertbar wahrnehmen, obwohl er sich in ruhigen Räumen praktisch normalhörig verhält (sog. Partytaubheit)(VOLLBRECHT und ZENK (112)). Allerdings sieht NIEMEYER (79) eine - im Sinne der geltenden Begutachtungsrichtlinien - mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit erst, wenn der Hörverlust bei 2 KHz mehr als 40 dB beträgt. Der gleiche Autor hält den Terminus "Innenohrerkrankungen durch Lärm" für die korrekte Bezeichnung dieser Erkrankungsformen (NIEMEYER (80)).

2.2.2.1. Ätiologie des Lärmhörschadens

Die Entstehung eines Lärmhörschadens ist grob differenziert von zwei übergeordneten Faktoren abhängig: dem exogenen Faktor Lärm und dem überwiegend endogenen Faktor individuelle Empfindlichkeit gegenüber Lärm.

Neben der Intensität des Lärms sind seine Einwirkdauer, seine Frequenzzusammensetzung, seine Bandbreite und seine Anschwellgeschwindigkeit von Bedeutung.

Zur Größe der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung steht die Intensität des Lärms in linearem, die Einwirkzeit in logarithmischen Verhältnis (WARD, GLORIG und SKLAR (118)). Beide Parameter finden ihre Bewertung im Beurteilungspegel. Aus eher praktischen Gründen liegt sein zulässiger Richtwert in der BR. Deutschland bei 90 dB (A), obwohl alle namhaften Audiologen der Mei-

nung sind, daß Schallpegel zwischen 85 und 89 dB (A), bei empfindlichen Ohren sogar unter 85 dB (A) (NIE-MEYER (80)), ebenfalls pathologische Veränderungen des Innenohres hervorrufen können. Überschlagsmessungen in einem großen metallverarbeitenden Betrieb ergaben aber, daß bei 85 dB (A) als Richtwert 80 %, bei 90 dB (A) als Richtwert nur 15 % der Arbeiter untersucht werden müßten (MEYER (72)), was in absehbarer Zeit unmöglich wäre. In erster Linie unter diesem Gesichtspunkt, nicht aber aus pathophysiologischen Gründen, wird die Schädlichkeitsgrenze heute (noch) mit 90 dB (A) angegeben. Die Bedeutung der Lärmexpositionszeit, d.h. die Zahl der Lärmarbeitsjahre (LAJ), zeigt sich im Verlauf der Lärmhörschäden (s.u.).

Auch die Frequenzzusammensetzung des einwirkenden Lärms ist für die Ausprägung des Hörschadens von entscheidender Bedeutung. Man ist sich einig, daß bei gleichem linearen Schalldruck mittlere und hohe Frequenzen, d.h. der Bereich zwischen 1 und 4 KHz (LEHNHARDT und BÜCKING (60)), schädlicher sind als tiefe und sehr hohe (PRESSEL (85)). Diese von mehreren Autoren nachgewiesene Wirkung (LEHNHARDT (58)) wurde in jüngster Zeit von LORENZ (61) anhand der Hörschwellenabwanderung im Vergleich zwischen niederfrequentem Flugzeuglärm und hochfrequentem Industrielärm bestätigt. Die spektrale Schädlichkeitsgrenzkurve nach SLAWIN und die A-bewerteten Kurven tragen diesem Sachverhalt ausreichend Rechnung, nicht dagegen die NR-Curves der ISO.

Je schmalbandiger ein Geräusch ist, umso schädlicher ist es bei gleichen linearen Schallpegeln. Breitband-

geräusche sind weniger schädlich als Schmalgeräusche (LEHNHARDT (57)), Oktavbandgeräusche weniger schädlich als Terzbandgeräusche und die größte Schädlichkeit wird wahrscheinlich durch reine Töne bedingt (WARD (116)).

Als fünfter Parameter des Lärms, der für die Entstehung von Hörschäden verantwortlich ist, muß die Geräuschempfindlichkeit genannt werden. Die Ansicht, daß Impulsgeräusche schädlicher sind als kontinuierlicher oder intermittierender Lärm, wird u.a. von DIEROFF (13), KRYTER (50), PLATH (82) und SCHRÖDER (96) vertreten. 1970 wiesen DIEROFF und MEISNER allerdings einschränkend darauf hin, daß bei einem Wirkpegel von 100 dB - also unter Einbeziehung des Halbbelastungsfaktors - kontinuierlicher Lärm größere temporäre Hörschwellenverschiebungen erzeugt als impulshaltige Geräusche, die sich hier nicht von intermittierenden unterscheiden. Die Ursachen für die höhere Schädlichkeit von Impulsgeräuschen liegt nach SCHRÖDER (96) an der Trägheit des Stapediusreflexes, der durch Einzelimpulse überfahren wird; der Impulslärm trifft hier immer wieder das ungeschützte Ohr, während beim Dauerlärm der M.stapedius kontrahiert bleibt. Impulse, die eine geringere Periodizität als 25/min. aufweisen, sind für das Innenohr umso schädlicher, je niedriger der zwischen den Impulsen auftretende Schallpegel liegt. (LEHNHARDT (58)).

Neben dem Lärm selbst bestimmen verschieden individuelle Faktoren die Ausprägung des Lärmhörschadens. Dabei finden sich zwischen einzelnen Personen Unterschiede des Hörverlustes, die bei gleichen Voraussetzungen

gen auf Grund des einwirkenden Lärms einfach nicht erklärbar sind; denn "das menschliche Gehör ist nun einmal sehr verschieden empfindlich gegen Lärmeinwirkungen" (FELDMANN (20)). Andererseits sind durch statistische Vergleiche empirische Gruppen unterschiedlicher Lärmfestigkeit ermittelt worden. Hierzu gehört die differierende Lärmempfindlichkeit der Geschlechter. Frauen zeigten bei Reihenuntersuchungen geringere bleibende Hörschwellenverschiebungen als Männer (DIEROFF (12), FEISER et. al. (19), MAY und PRZEKLASA (66)). WARD (117) fand bei Männern unter Belastung mit niederfrequenten Geräuschen größere zeitweilige Hörschwellenverschiebungen als bei Frauen, die aber oberhalb 1000 Hz nicht mehr nachweisbar waren. GRISANTI und MANZELLA (28) sahen bei Frauen häufiger eine Senke bei c^4 , bei Männern häufiger bei c^5 . Die wohl exakteste Parallelisierung beider Geschlechter gelang TRABANT (107). Aus einem Probandenkollektiv von 2035 Männern und Frauen, die in der Metallindustrie beschäftigt waren, konnten zu 77 Männern weibliche Pendanten gefunden werden, die in Lebensalter, Lärmeintrittsalter, Lärmexpositionszeit, Lärmpegel am Arbeitsplatz und Frequenzanalyse übereinstimmten. Die Audiogramme der Vergleichsgruppen zeigten in allen Frequenzen höchst signifikante Unterschiede zugunsten der Frauen. Hiermit dürfte die bei WARD (117) zitierte Ansicht GLORIG's, die Unterschiede würden aus den stärkeren Lärmbelastungen im Alltag der Männer resultieren, widerlegt sein. ROSEN et.al. (90) konnten dagegen bei Naturvölkern keine Unterschiede des Hörvermögens bei Männern und Frauen finden. Auch hier scheint es jedoch nach TRABANT's Untersuchung fraglich, ob dies mit der fehlenden Lärmbelastung begründet werden kann oder ob nicht doch rassische Gesichtspunkte verantwortlich sind.

STEBEL (103) konnte bei einer Parallelisierung zwischen ausländischen Arbeitnehmern, bei denen wohl auch eine geringere Lärmvorbelastung angenommen werden kann, und Deutschen jedenfalls keine signifikanten Unterschiede im Audiogramm finden.

In wie weit das Lebensalter Eintritt in die Lärmarbeit Bedeutung hat, ist ohnehin noch unklar. Viele Autoren (LEHNHARDT (58)) halten das Eintrittsalter von 35 - 45 Jahren für das gefährlichste (z.B. KOCH und WAGEMANN (49)), andere das Eintrittsalter zwischen 20 und 25 Jahren (TETU et.al. (105)). KISHI (42) meint sogar, daß nach dem 40. Lebensjahr selten eine Lärmschwerhörigkeit entstehe. Auch die Meinung, daß das Eintrittsalter keine Bedeutung hat (GLORIG und DAVIS (25)) wird vertreten. Gut fundiert ist die Ansicht TRABANT's (107), der bei gleich langer Lärmexpositionsdauer mit steigendem Eintrittsalter zunehmende Hörverluste fand.

Auch die vegetative Ausgangssituation scheint eine Rolle zu spielen. Bei Personen mit stark sympatiktroper Ausgangslage (hoher Puls; Atem-Quotient) fand JANSEN (35) starke Schwellenabwanderungen und geringe vegetative Reaktionen, bei Personen mit vagotoner Ausgangslage (geringer Puls; Atem-Quotient) geringe Hörschwellenabwanderungen und starke vegetative Reaktionen.

Ein Einfluß von Vorschäden auf die Ausprägung von Lärmhörschäden ist sicher vorhanden, aber schwer verifizierbar. KISHI (43) konnte bei seinen Untersuchungen eine erhöhte Lärmempfindlichkeit bei Allergikern nachweisen. Der gleiche Autor fand bei Mittelohrgeschädigten keine

unterschiedliche Lärmempfindlichkeit gegenüber Gesunden (KISHI (43)). Andere Autoren vertreten demgegenüber die Ansicht, daß eine Schalleitungsstörung durch Otosklerose oder Trommelfellvernarbung dem Innenohr einen Schutz bieten kann (GERTH und TAMM (22), SCHRÖDER (96)). Allerdings können, so SCHRÖDER (96), aber die verursachenden Krankheiten Otitis und Otosklerose das Innenohr vorschädigen. GERTH und TAMM (22) sehen bei Lärmarbeitern mit chronisch adhäsiven Mittelohrerkrankungen ein besseres, bei Lärmarbeitern mit chronisch sezernierenden Mittelohraffektionen ein schlechteres Innenohr als beim Hörgesunden. PLATH (83), der eine signifikante Luftleitungs-Knochenleitungsdifferenz beim Tonschwellenaudiogramm der Lärmschwerhörigen fand, zieht keine Schutzfunktion durch Mittelohrerkrankungen in Betracht, sondern begründet diesen Befund damit, daß bei Lärmhörschäden häufiger Trübungen und Verdickungen des Trommelfells gefunden werden.

KUP (51) verglich eine Gruppe junger Lärmarbeiter, die anamnestisch Schädeltraumen aufwiesen, mit nicht traumatisierten Personen und fand keine signifikanten Unterschiede des Grades der Hörminderung. Zu dem gleichen Ergebnis kam STEBEL (103). Dagegen fand MÜNKER (75) bei seinen Patienten, ohne daß eine Lärmbelastung beschrieben wird, nach Schädeltraumen nicht selten eine ⁵c-Senke oder einen Steilabfall der Hörschwellenkurve.

2.2.2.2. Pathogenese des Lärmhörschadens

Dem bleibenden Hörverlust (permanent threshold shift = PTS oder noise induced permanent threshold shift =

NIPTS) voraus geht die zeitweilige Hörschwellenverschiebung (temporary threshold shift $\approx$ TTS). LEHNHARDT regt an, die Abkürzung TTS mit "temporärer Tonschwellenschwund" zu übersetzen (LEHNHARDT und BÜCKING (60)). Ihre Pathogenese erscheint umstritten. Theoretisch und praktisch belegt ist ihre Entstehung für Schmalbandgeräusche. Hier gilt das "Gesetz der oberen Grenzfrequenz" (MEYER zum GOTTESBERGE (73)), wonach sich der maximale Hörverlust regelmäßig eine halbe Oktave oberhalb der oberen Grenzfrequenz des Schmalbandgeräusches ausbildet. Gleiches trifft auch für Reintöne zu (KAWATA (37)), der Begriff der oberen Grenzfrequenz wäre hier natürlich durch "Reizfrequenz" zu ersetzen.

Physiologisch kommt es durch die Schallwirkung zur Bewegung des Steigbügels, der eine Volumenverschiebung in der Perilymphe verursacht. Dies ist möglich durch den elastischen Verschluss des runden Fensters. Es entstehen Longitudinalwellen in der Perilymphe, d.h. regelmäßige Verdichtungen und Verdünnungen, die sich als Transversalwellen auf die Trennmembran, bestehend aus Reißner'scher Membran, Basilarmembran und Endolymphe übertragen und als Wanderwelle in Richtung auf das Helicotrema, also zu den tiefen Frequenzen, hinbewegen. Die Summation der in einer Zeiteinheit wandernden Wellen ergibt die Umhüllenden auf der Basilarmembran. Die Form der Umhüllenden entspricht der der Meereswelle, sie fällt also in Bewegungsrichtung, d.h. zu den tiefen Tönen hin steil und zum ovalen Fenster, d.h. zu den hohen Frequenzen hin flach ab. Entsprechend dem physikalischen Gesetz: Frequenz $\times$ Wellenlänge $\approx$ Fortpflanzungsgeschwindigkeit, haben höhere Schwingungszahlen auch größere Wanderwellenfortpflanzungsgeschwindigkeiten (KEIDEL (38/39)).

Bedingt durch die in Richtung Helicotrema abnehmende Rückstellkraft der Basilarmembran nimmt auch die frequenzabhängige Wellengeschwindigkeit zu den tiefen Tönen hin ab. Andererseits steigt die Amplitude der Welle mit zunehmender Entfernung vom Steigbügel an, was ebenfalls durch die abnehmende Spannung der Basilarmembran bedingt ist (BOENNINGHAUS (3)). Eine Wellenbewegung der Trennmembran kann aber nur entstehen, wenn sich auch in Richtung Kanaltiefe (Durchmesser der beiden Skalen) eine fortschreitende Welle ausbreiten kann. Die Kanaltiefe nimmt ihrerseits zu den tiefen Tönen hin ab. Dort, wo die Amplitude der sich in Richtung Kanaltiefe fortpflanzenden Welle genau so groß wird wie eben diese Kanaltiefe, kommt es zur Brandung, weil eine gegenphasige Welle vom Grund reflektiert wird. Hierdurch wird die weitere Membranbewegung praktisch ausgelöscht, und es entsteht ein Auslenkungsmaximum knapp vor dieser Stelle. Die Brechung erfolgt auf der Basilarmembran an der dem auslösenden Ton zugeordneten Frequenz und wird durch die Wellenlänge bestimmt (KEIDEL (38/39)). Bedingt durch die Form der Wellenumhüllenden resultiert eine Energiesummation, die anatomisch steigbügelwärts, also zu den höheren Frequenzen hin, genauer gesagt eine halbe Oktave (Gesetz der o. Grenzfrequenz) höher gelegen ist. Bei sehr hohen Beschallungsintensitäten kann die Energiesummation bei Brechung der Wanderwelle auf der Basilarmembran mehr steigbügelwärts gerichtet sein, also als es der Frequenz des einwirkenden Tones entspricht.

Wir haben diese physiologischen Vorgänge bei Reinton und Schmalbandbelastung so ausführlich erörtert, weil wir sie erstens nirgendwo verständlich beschrieben fan-

den und zweitens, weil sie zum Verständnis der Entstehung eines Lärmhörschadens, insbesondere der c^5 -Senke, unerlässlich sind. Denn für Breitbandgeräusche gilt das "Gesetz der oberen Grenzfrequenz" nicht, jedenfalls nicht, wenn die obere Grenzfrequenz des Breitbandgeräusches 4 KHz überschreitet. Es findet sich meistens eine Senke bei c^5 , d.h. bei 4 KHz. Die einzig überzeugende Erklärung hierfür gab LEHNHARDT (58/59): Das Breitbandgeräusch besteht aus einer Summe von Einzeltönen, von denen jeder eine Ausbauchungsumhüllende auf der Basilarmembran hervorruft. Die Summationsenergie bei Brechung der Wellen, unter Berücksichtigung ihrer Form (s.o.) liegt bei den hohen Frequenzen. Da nun oberhalb 4 KHz aber die Empfindlichkeit des Ohres wieder abnimmt, wird sich das Maximum der Belastung auch bei höher als c^5 -gelegenen Energiesumationen bei 4 KHz ausbilden. Durch Breitbandgeräusche hervorgerufene Hörsenken bei einer anderen Frequenz als 4 KHz lassen sich nach LEHNHARDT hydrodynamisch nicht erklären.

Ebenso wie sich die Wanderwelle ausbreitet, zeigt sich auch das audiometrische Bild der TTS: Steil zu den tiefen Frequenzen abfallend und flach zu den hohen Frequenzen aufsteigend. Alles, was bisher für die TTS abgeleitet wurde, gilt auch für die dauernde Hörschwellenverschiebung (permanent threshold shift = PTS). Sie entsteht dann, wenn die Rückbildungszeit der TTS nicht mehr zur vollständigen Erholung ausreicht. Die Folge ist eine Aufpfropfung einer neuen auf die nicht vollständig zurückbildende TTS. Lärmbelastungen, die eine Hörschwellenverschiebung hervorrufen, verbrauchen bei der an den Sinneshäarchen des Cortischen Organs durchgeführten

Umwandlung und Verstärkung der oben beschriebenen Summationsenergie der Wanderwelle in elektrische Potentiale eine vermehrte Zufuhr von Energie des Sinneszellstoffwechsels. Dieser aber zeigt sich unter starken Lärmbelastungen den erhöhten Anforderungen nicht mehr gewachsen (NIEMEYER (80)). Der Sauerstoffverbrauch wird größer als das Sauerstoffangebot des Kreislaufs. Unter Hypoxie kann aber die in den Mitochondrien stattfindende energiespendende Reaktion der Atmungskette nicht ausreichend stattfinden. Störungen im Eiweißstoffwechsel sind die Folge. Es resultiert die TTS, bei starkem und langem Beschallungsreiz und nicht ausreichender Rückbildungszeit schließlich die bleibende Hörschwellenverschiebung (PTS).

2.2.2.3. Symptomatik und Verlauf des Lärmhörschadens

Zu Beginn der Entwicklung eines Lärmhörschadens treten keine wahrnehmbaren Hörschäden auf. Andere Symptome können ebenfalls vollständig fehlen, aber auch in Form von ermüdendem Druckgefühl in Kopf und Ohren sowie in depressiven Verstimmungszuständen vorhanden sein (RÜEDI (91)). In wie weit das ebenfalls auftretende Ohrensausen-Pfeifen, Zischen und Klingeln – ein intermittierendes Symptom ist (RÜEDI (91) oder bereits Zeichen einer beginnenden Innenohrschädigung (NIEMEYER (80)), darüber gehen die Meinungen auseinander. Im ersteren Fall kann es als Mittelohrspasmus aufgefaßt werden. LEHNHARDT (58) sieht keine Beziehung zwischen Ohrgeräuschen und dem Grad der Schwerhörigkeit. Die übrigen Symptome verschwinden nach kurzem wieder. DIEROFF (14/15) spricht deshalb von einer "Phase der Gewöhnung". Bei Lärmbelastung

lastung um 100 dB (4) dauert diese Phase weniger als 1 Jahr. Tonaudiometrisch entspricht ihr das Bild einer ausschließlichen Hochtonsenke bei c^5 , die einen Hörverlust von weniger als 30 dB beschreibt.

Dieses Bild ändert sich in den folgenden drei Jahren bei gleicher Beschallungsintensität kaum. DIEROFF (14/15) spricht deshalb von einer "Phase der Kompensation". Vom 4. Lärmarbeitsjahr ab kommt es jedoch zu einem zunehmenden Hörverlust besonders in den Frequenzen 2 - 8 KHz. Bei rund 100 dB Beschallungsintensität dauert diese "Phase des Zusammenbruchs" bis zum 12. LAJ. Obwohl zum Zeitpunkt der Untersuchung 3 KHz noch nicht mitbestimmt wurden, darf nach dem tonaudiometrischen Bild in dieser Frequenz ein Hörverlust von 40 dB erwartet werden, was zu der schon beschriebenen sog. "Partytaubheit" führt (VOLLBRECHT und ZENK (112)). Anschließend kommt es nur noch zu einem langsamen Fortschreiten der Hörverluste, sodaß man von einer "Phase der Sättigung" sprechen kann. Diese darf aber nicht so verstanden werden, als ob jetzt keine Hörschwellenverschiebungen mehr auftreten. DIEROFF's (14/16) eigene Audiogrammbefunde zeigen, daß bei 2 KHz nach mehr als 20 Jahren Lärmarbeit ein Hörverlust von 40 dB besteht, der sich gegenüber der Vorphase noch deutlich verschlechtert hat. Die von KOCH und WAGEMANN (49) geäußerte und von HÜLSE und PARTSCH (32) bestätigte Ansicht, daß in der Phase der Sättigung der Hörverlust nur noch in Größenordnung der Altersprogression verläuft, konnte SWOBODA (104) an einem Kollektiv von mehr als 2000 Lärmarbeitern widerlegen. Er fand mit steigender Lärmexpositionszeit signifikante Unterschiede des Hörverlustes.

Das tonaudiometrische Bild, das während der Phase des Zusammenbruchs noch einen Steilabfall zeigt, geht in der Phase der Sättigung in seinen mittleren Frequenzen immer mehr in einen Schrägabfall über, auch der ansteigende Schenkel der Audiogrammkurve verschwindet (NIEMEYER (80), BRUSIS (8)). Wir können jetzt mit stark reduzierter Hörweite der Flüstersprache rechnen. Zuletzt kann der Hörverlust auch auf die tiefen Frequenzen übergreifen, allerdings nicht in gleichem Maße wie im mittleren und oberen Frequenzbereich (NIEMEYER (80)); Das Audiogrammbild zeigt Flachabfall (BRUSIS (8)). Jetzt ist das Sprachverständnis auch in ruhigen Räumen schlecht (NIEMEYER (80)). Diese Fälle beschränken sich aber wohl auf Gutachtenkollektive, also quasi auf eine "negative Auslese" besonders lärmempfindlicher Personen, und sollten nicht als typischer Verlauf der Lärmschwerhörigkeit angesehen werden.

2.2.2.4. Differentialdiagnose des Lärmhörschadens

Das klinische Bild des Lärmhörschadens ist nicht allein symptomatisch für die Einwirkung chronischen Lärms, man findet es auch nach Knalltraumen (PFANDER (81)), Schädeltraumen (MÜNKER (75)), infektiös-toxischen und konstitutionell progressiven Innenohrschäden (DIEROFF (15)). Alle diese Erkrankungen zeigen im Gegensatz zur Presbyakusis positiven Lautheitsausgleich (NIEMEYER (79/80)). In der Beurteilung von Mischformen zwischen Lärm- und Altersschwerhörigkeit liegt die wohl größte Schwierigkeit des Gutachters. Die gutachterlichen Konsequenzen sollten nicht soweit gehen, bei einem eindeutigen Lärmhörschaden eine Alterskomponente abgren-

zen zu wollen (KOCH und WAGEMANN (49)). Die VDI 2058 Blatt 2 (109) empfiehlt trotzdem die von SCHMIDT (93) eingeführten durchschnittlichen Altershörminderungen zu übernehmen.

NIEMEYER (79) konnte an seinem Patientenkollektiv nachweisen, daß bei Subtraktion des mittleren Altershörverlustes besonders bei den über 60-jährigen der Lärmanteil des Hörverlustes mit zunehmender Expositionsdauer erheblich geringer wurde, während eigentlich eher das Gegenteil (SWOBODA (104)), zumindest aber ein gleichbleibender Lärmanteil (KOCH und WAGEMANN (49), HÜLSE und PARTSCH (32) zu erwarten wäre; die Alterskorrektur der Hörkurve erweise sich somit als "reductio ad absurdum" (NIEMEYER (79)). Diese These NIEMEYER's ist inzwischen von anderen Autoren (BRUSIS (9), SWOBODA (104) bestätigt worden.

2.2.2.5. Therapie und Prophylaxe des Lärmhörschadens

Eine medikamentöse Therapie des Lärmhörschadens gibt es wohl nicht. MEHMKE (70) schlägt zwar Gaben von Vitamin A, E und C vor, schränkt jedoch ein, daß trotzdem mit Hörschäden zu rechnen ist. Über die neuen Vasodilantien sind uns kaum Berichte bekannt. Einzig die gute Erfolgsquote bei traumatischen Innenohrschädigungen nach Gabe von Naftidrofuryl (BORDES et.al. (4)) scheint nachprüfenswert. Die von JANSEN (34/35) gefundenen Besserungen der peripheren Vasokonstriktion nach Lärmbelastung unter Xanthinolnicotinat läßt sich dagegen wohl kaum auf Lärmhörschäden übertragen, da die Wirkung dieses Präparates mehr in einer peripheren Vasodilation besteht.

Eine Versorgung mit einem Hörgerät ist neuerdings durch Kombination spezieller Hochtongeräte mit ventilierten Ohrpaßstücken möglich geworden, bleibt in ihren Effekten aber hinter dem Hörgerät-Erfolg bei anderen Schwerhörigkeitsformen zurück.

Dies alles zeigt, daß der Lärmprophylaxe ekzeptionelle Bedeutung zukommt. Allerdings sollte nicht die Schalldämmung am menschlichen Ohr, d.h. der persönliche Schallschutz, die Priorität haben, sondern die Bekämpfung des Lärms bereits an der Quelle. Das beginnt schon bei der Festlegung der an die Schalldämmung von Bauteilen zu stellenden Forderungen. Hier sollte nicht unerwähnt bleiben, daß die sozialistischen Länder die Deutschen Industrie-Normen hinsichtlich des Bewertungsverfahrens vollständig, hinsichtlich der Höhe der zulässigen Geräuschpegel ohne große Abweichungen übernommen haben (REICHARDT (86)).

Die am 1.12.1974 in Kraft getretene Unfallverhütungsvorschrift (UVV-¹ "Lärm" (108) fordert in § 3, Absatz 1: ²"Der Unternehmer hat.....dafür zu sorgen, daß 1.) Arbeitsstätten so eingerichtet sind und 2.) Arbeitsverfahren so gestaltet sind und angewandt werden, daß auf die Versicherten kein Lärm einwirkt. Die Erläuterungen zu § 2 zeigen, welche Lärminderungsmaßnahmen in Betracht kommen. Hierzu gehören:

1. Lärminderung an der Schallquelle durch konstruktive Gestaltung
2. Lärminderung auf den Übertragungswegen, z.B. durch Kapselung und Körperschallisolierung der Schallquellen, Abschirmwände und schallschluckende Wandauskleidungen, Schalldämpfer

3. Lärminderung am Empfangsort durch schalldämmende Leitstände, Kabinen, Boxen, Nischen usw.
4. Räumliche oder zeitliche Verlegung lärmintensiver Arbeiten
5. Anwendung lärmarmer Technologien oder Arbeitsverfahren
6. Lärmpausen genügen der Länge und Häufigkeit

Betreffs der ersten 5 Punkte bietet uns die Industrie reichliche Mittel zur Lärmbekämpfung an (Lärmfibel (54)). Allerdings könnte auch der Gesetzgeber derartige Maßnahmen forcieren, indem er nicht nur Verordnungen und Vorschriften fixiert, sondern den Unternehmen auch dafür steuerliche Vergünstigungen gewährt (KIERSKI (40)). Zu Punkt 6 der Erläuterungen zu § 3 d. UVV-„Lärm“, den Lärmpausen, haben die Ergebnisse von SCHRÖDER und REMPT (97) aus dem Jahre 1962 immer noch aus arbeitsmedizinischer und audiologischer Sicht Vorrangstellung. Die Autoren wiesen nach, daß die TTS bei mehreren Kurzpausen gegenüber einer gleichlangen Langpause nicht nur geringer ist, sondern sich vor allem erheblich schneller zurückbildet. LEHNHARDT und BÜCKING (60) zeigten, daß während der Pausen durchaus nicht absolute Ruhe zu herrschen braucht. Bei einer Breitbandgeräuschbelastung von 70 dB bildet sich die TTS nicht langsamer zurück als in ruhiger Umgebung. Dagegen fanden SCHWETZ und Mitarb. (100) bei Belastung mit 75 dB, dem Wert, der als oberster Wert für Lärmpausen nach VDI 2058 Bl. 2 noch zugelassen ist, schon signifikante Unterschiede zur Ruhebelastung. KLOSTERKÖTTER (47) sah gar einen Erholungsgewinn von 7 dB beim Vergleich der Pausenpegel 70 und 35 dB (A).

Die praktisch wichtigste, weil sofort und ohne große Kosten realisierbare, prophylaktische Möglichkeit, ist persönlicher Schallschutz. Schallschützer sind immer dann einzusetzen, wenn durch bauphysikalische Maßnahmen die Lärmintensität nicht unter die Schädlichkeitsgrenze gesenkt werden kann. Wird ein Beurteilungspegel von 85 dB (A) überschritten, muß der Unternehmer Gehörschützer zur Verfügung stellen; wird ein Beurteilungspegel von 90 dB (A) erreicht, müssen die Arbeitnehmer sie auch benutzen (UVV-"Lärm", § 4.1 (108)). Wir unterscheiden zwischen

1. Gehörschutzstöpseln, die im Gehörgang oder in der Ohrmulde getragen werden,
2. Gehörschutzkapseln, die über das Ohr gesetzt werden und mit einem Bügel verbunden sind,
3. Schallschutzhelmen, die zusätzlich auch noch einen Teil des Kopfes gegen den Schall schützen,
4. Schallschutzanzügen.

Die Hörschwellenmethode bietet zuverlässige Unterlagen für die Beurteilung der Schalldämmung von Gehörschützern (v. LÜPKE (64)). Über die Wirksamkeit der verschiedenen modernen Schallschützern unterrichten u.a. BRINKMANN und BROKSCH (5/6), v. LÜPKE (63/65). Einen guten Überblick über die Einschätzung hinsichtlich Bequemlichkeit, Tragebereitschaft und Rangordnung aus der Sicht der Gehörschutzträger gab WITTGENS (121). Hoher Favorit bei den Arbeitern ist die Gehörschutzwatte Billesholm (Bilsom-Prop). Die gute Bequemlichkeit beim Tragen und ihre ausgezeichnete Verträglichkeit (SCHWETZ und SLATIN (101), sowie ihre von den tiefen zu den hohen Frequenzen stark

ansteigende Schalldämmung (LANCEAU (52)), die das Sprachverständnis nicht wesentlich einschränken, zeichnen sie besonders aus. Daneben hat sie die psychologischen Vorteile der Verbandswatte, die als ein "vertrautes Mittel der Volksmedizin" (HÖGGER (31)) empfunden wird.

Ein Arbeitsplatzwechsel als Lärmprophylaxe Gehörfährdeter sollte immer zuletzt erwogen werden, vor allem, wenn dadurch aus psychologischer Sicht ein "sozialer Abstieg" bedingt ist (MEYER (72)).

Jede Form von technisch-physikalischer oder organisatorischer Prophylaxe wäre sinnlos, wenn nicht audiologische Vorsorge- und Überwachungsuntersuchungen vorgenommen würden. § 8 der UVV-"Lärm" hat hier exakte Regelungen getroffen.

Abschließend sei noch auf den Expositionstest (VDI 2058 Blatt 2, Anhang B (109)) eingegangen. Er sieht vor, "an einer repräsentativen Gruppe normal hörender Personen, die einer bestimmten Lärmeinwirkung ausgesetzt sind", die arithmetisch gemittelte TTS für jede der Frequenzen von 3, 4 und 6 KHz zu ermitteln. Ist die TTS in mindestens einer Frequenz dann größer als 4 dB, gilt die Lärmeinwirkung am Arbeitsplatz hinsichtlich der zu erwartenden Hörschädigungen als "zweifelhaft", ist die TTS größer als 10 dB, gilt sie als "bedenklich". Es wird in der VDI 2058 Blatt 2 der Erwartung Ausdruck gegeben, daß die 10 Min. nach Arbeitsschichtende gefundene TTS ein Maß für die alterskorrigierte zu erwartende PTS in 10 Jahren ist. Die Verfasser der Richtlinien haben die TTS (2) (2 Min. nach Schichtende ermittelte TTS), die nach

amerikanischen Autoren ein direktes Maß für die in 20 Jahren zu erwartenden Hörverluste sein soll, aus organisatorischen Gründen auf eine TTS (10) umgerechnet (KLOSTERKÖTTER (44)).

"So eindeutig wir die TTS als Vorstufe der bleibenden Hörschädigung anerkennen, so wenig ist sie als Maßstab für die zu erwartende Hörschädigung des Einzelnen im Lärm zu verwenden". LEHNHARDT (58), der dies aussprach, verwies auf die enttäuschenden Ergebnisse verschiedener Empfindlichkeitsteste. Die Erfahrungen mit dem "Expositionstest" sind noch zu gering, Zweifel an seiner Aussagefähigkeit erscheinen aber angebracht (FLÜGGE (21)). Die möglichen Gründe hierfür könnten in der Schwierigkeit liegen, die "richtigen" Lärmadaptierten und trotzdem normalhörenden Personen, die in keiner Frequenz einen größeren Hörverlust als 20 dB aufweisen, zu finden.

3. Fragestellung

Nach NEUBERT (77) lag 1968 die Holz- und Schnitzstoff-industrie sowohl nach angezeigten als auch entschädigten Fällen von Lärmschwerhörigkeit an 6. Stelle unter den Wirtschaftszweigen der deutschen Industrie. Hier führt die Eisen- und Metallindustrie mit weitem Vorsprung vor dem Bergbau. Das dürfte aber nicht allein an der zweifelsfrei vorhandenen größeren Gehörgefährdung in diesen Berufsgenossenschaftsgruppen liegen, sondern auch an der dort intensiv betriebenen Überwachung und Aufklärung. In Österreich, wo dank der Allgemeinen Unfall-Versicherungsanstalt eine vorbildliche Gehörüberwachung erfolgt, liegt die Holzindustrie hinter Bergbau, Papiererzeugung, Stein- und Metallbearbeitung an 5. Stelle hinsichtlich des Gehörschädigungsrisikos (SCHWETZ (99)). Innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie ist aber in bisher keiner Veröffentlichung eine Differenzierung nach der Innenohrgefährdung durch Lärm erfolgt.

Dieses Ziel verfolgen wir mit den ersten beiden Fragestellungen.

Fragestellung 1: "Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmhörschäden zwischen den verschiedenen Tätigkeitsgebieten innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie?"

Fragestellung 2: "Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmhörschäden zwischen den verschiedenen Betriebsarten (Industriezweigen) innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie?"

Die UVV-"Lärm" (108) nennt einige Holzver- und bearbeitungsmaschinen, deren Schallemission einen Beurteilungsspiegel von 90 dB (A) oder mehr bewirken kann;

MAYER (68/69) und DIEROFF (14) führten oscillographische Messungen, FEISER et.al. (19) Präzisionsschallpegelmessungen an Maschinen der Holzindustrie durch. Eine Differenzierung nach Gehörschädigungsrisiko erfolgte aber in keiner der Veröffentlichungen. Deshalb

Fragestellung 3: "Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmhörschäden zwischen den wichtigen Holzverarbeitungsmaschinen?"

Auf den Zusammenhang zwischen TTS und PTS wurde in der Problemstellung hingewiesen. Die vierte und fünfte Fragestellung beschäftigen sich mit der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung. Wir wollen für die verschiedenen Tätigkeiten der Holzverarbeitenden Industrie prüfen, ob (auch) anhand TTS eine Möglichkeit zur Differenzierung des Gehörschädigungsrisikos besteht und ob das Resultat mit den Ergebnissen der Fragestellung 1 übereinstimmt.

Fragestellung 4: "Bestehen Unterschiede der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung zwischen den verschiedenen Tätigkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie?"

Dabei ist von großer Bedeutung, in wieweit die TTS von den Faktoren Lärmexpositionsdauer und Beurteilungspegel beeinflusst wird.

Fragestellung 5: "Welcher Zusammenhang besteht zwischen der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung und der Lärmexposition?"

Der folgende Abschnitt stellt Arbeiter, bei denen ein- oder beidseitig ein Einbruch in das Flüstersprachegehör erfolgt ist, den noch nicht sozial handicapten Personen gegenüber.

Fragestellung 6: "Welche arbeitsplatzabhängigen Faktoren können eine Schädigung des Gehörs bedingen, die zu sozialen Beeinträchtigungen führt?"

Untersucht werden sollen hier die Faktoren, Lärmexpositionszeit, Lärmintensität am Arbeitsplatz und Frequenzcharakteristik des einwirkenden Geräusches.

Eine in der Fachliteratur kaum berücksichtigte Frage ist der Zusammenhang zwischen der Beurteilung des Lärms sowie des eigenen Hörvermögens durch die untersuchten Personen und den objektiven Befunden. Welcher Zusammenhang besteht zwischen tatsächlich einwirkendem Lärm und subjektiver Beurteilung durch die Arbeiter? Welche Intensitäten werden als laut empfunden? Hat die Frequenzzusammensetzung des einwirkenden Geräusches einen Einfluß auf die Beurteilung? Wird die Beurteilung durch die Lärmexpositionsdauer beeinflusst? Kann das eigene Hörvermögen richtig eingeschätzt werden? Wird die Beurteilung des eigenen Hörvermögens durch die Lärmexpositionszeit beeinflusst? Wir haben diese Fragen zusammengefaßt unter der

Fragestellung 7: "Besteht ein Zusammenhang zwischen subjektiven Angaben der Probanden und objektiven Befunden?"

Ein Widerspruch zwischen Theorie und Praxis besteht bei der Frage der Ohrgeräusche. Nach Ansicht fast aller Autoren stehen Ohrgeräusche in keinem Zusammenhang mit dem einwirkendem Lärm und den Hörverlusten. Dennoch wird auf Untersuchungsbögen und Überwachungskarteien die Frage nach Ohrgeräuschen sehr häufig gestellt. Wir sind daher diesen Problemen detailliert nachgegangen.

Fragestellung 8: "Besteht ein Zusammenhang zwischen Lärm und Lärmhörschäden und Ohrgeräuschen?"

4. Methodik

4.1. Untersuchungsgang

Der Ablauf der Untersuchungen gliedert sich in
Anamneseerhebungen,
Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtbeginn,
Lärmmessung am Arbeitsplatz,
Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtende.

Die Befragung der Probanden erfolgte anhand eines Untersuchungsboogens, wie er im Anhang abgedruckt ist. Er ist gegliedert in einem Anamnese- und einem Befundteil und enthält

- I. Angaben zur Person,
- II. Angaben zu früheren Lärmexpositionen,
- III. Angaben zum jetzigen Arbeitsplatz,
- IV. Otologische Anamnese,
- V. Gehörgangs- und Trommelfellbefund,
- VI. Schwellenaudiogramm bei Arbeits- oder Schichtbeginn,
- VII. Schallpegelmessung am Arbeitsplatz,
- VIII. Angaben zur Lärmpause,
- IX. Angaben zur betreffenden Schicht (Gehörschützer u. Ohrgeräusche),
- X. Schwellenaudiogramm bei Arbeits- oder Schichtende.

4.1.1. Anamneseerhebung

Ein besonders großes Problem stellte sich uns bei der Befragung der Gastarbeiter, die in einigen Betrieben mehr als die Hälfte der Belegschaft ausmachten. Die Fragen des Untersuchungsbogens wurden deswegen ins Serbokroatische, Griechische, Türkische und Spanische übersetzt. War bei überhaupt nicht der deutschen Sprache mächtigen Ausländern kein Dolmetscher zugegen, leisteten uns diese Übersetzungen wertvolle Hilfe.

4.1.2. Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtbeginn

Das Tonschwellenaudiogramm wurde in der 1. Stunde nach Arbeitsbeginn durchgeführt. Von Seiten der Arbeiter bestand leider nicht die Bereitschaft, vor Schichtbeginn zu erscheinen. Dennoch war keine der Testpersonen länger als etwa 30 Min. vorher lärmexponiert und hatte zudem rund 10 Min. "Erholungszeit" vor Beginn der Audiometrie.

Außerdem achteten wir darauf, daß die nach unserem Eindruck am intensivsten lärmbelasteten Personen als erste untersucht wurden. Die mittlere Zeit, die wir pro Person beim Audiometrieren aufwendeten, lag bei 6 Minuten.

Zur Schwellenauffindung durch die Versuchsperson entwickelten wir folgende Methodik:

Zuerst machten wir den Probanden mit einem deutlich hörbaren c^3 -Ton vertraut, anschließend wurde die Hörschwelle, beginnend beim 1000 Hz-Ton, für jede Frequenz durch ständiges Auf- und Abregeln bis auf immer kleiner werdende Intervalle (stufenlose Lautstärkenregelung des "Atlas"-

Audiometers) eingegrenzt. Grundsätzlich begannen wir mit der Audiometrie auf dem rechten Ohr.

Bei Ausländern lag eine besondere Schwierigkeit des Audiometrierens in der Hörschwellauffindung. Nicht selten erhielten wir von ihnen die Angabe "nix", wenn sie den Ton noch leise hören konnten. Bei ihnen mußten wir beim Prüfen fast immer zurückfragen: "ein bißchen?" und dies durch entsprechende Gestik der Hände verdeutlichen. Auf diese Weise erfaßten auch sie fast immer den Sinn der audiometrischen Untersuchung. Trotzdem kam es immer wieder - auch bei Deutschen - zu Fehlmessungen, die korrigiert werden mußten. Verschiedene Untersuchungsbögen konnten aus diesem Grunde nicht in die Stichprobe aufgenommen werden. Für das Zustandekommen etwaiger Fehler scheint in der Hauptsache die individuelle Auffassungsgabe der Probanden verantwortlich zu sein. An Bereitschaft zur Mitarbeit bestand jedenfalls kein Mangel, da die Untersuchung jederzeit auf freiwilliger Basis stattfand. Obwohl dort, wo unseres Erachtens Korrekturen in Form von Wiederholungen des Audiogrammes oder einzelner Frequenzen notwendig waren, nicht selten ein besseres Ergebnis zustande kam, wollen wir unseren Probanden Aggravation nicht unterstellen, eher handelte es sich um ein anfängliches Nichtbegreifen oder ein verspätetes "Lauschenlernen". Dissimulationen, insbesondere unter den ängstlichen, illegal eingewanderten und auf Probe eingestellten türkischen Arbeitern kamen vor, konnten aber im allgemeinen sehr leicht erkannt werden.

"In der Regel gilt ein Untersuchungsraum als ausreichend geräuscharm, wenn in ihm ein Schallpegel von 50 dB (A) nicht überschritten wird". Diese Forderung der VDI 2058

Blatt 2 (109) konnte in 98,4 % der Fälle eingehalten werden. Der mittlere Störpegel lag bei 39,5 dB (A) und 66,9 dB (lin) während der 1. Hörprüfung. Er schlüsselte sich folgendermaßen auf (Tab. 2 a):

Tab. 2 a:

31 - 35 dB (A)	:	177 Fälle (21,6 %)
36 - 40 dB (A)	:	293 Fälle (35,8 %)
41 - 45 dB (A)	:	217 Fälle (26,5 %)
46 - 50 dB (A)	:	118 Fälle (14,4 %)
> - 50 dB (A)	:	13 Fälle (1,6 %)

(Prozentangaben bezogen auf n = 818)

Der maximale Störpegel lag dabei bei 52 dB (A).

Den A-bewerteten Prüfraumpegeln entsprachen folgende mittlere lineare Intensitäten (Tab. 2 b):

Tab. 2 b:

31 - 35 dB (A)	=	62,7 dB (lin)
36 - 40 dB (A)	=	65,6 dB (lin)
41 - 45 dB (A)	=	68,8 dB (lin)
46 - 50 dB (A)	=	72,1 dB (lin)
> - 50 dB (A)	=	73,7 dB (lin)

Wegen der hohen unbewerteten Prüfraumpegel kann man mit zu ungünstigen Schwellenangaben im Audiogramm unterhalb 1000 Hz rechnen (LANGENBECK und LEHNHARDT (53), NIEMEYER (78)). Es wurde deswegen auf die Hörschwellenbestimmung der Frequenzen 64, 128 und 256 Hz verzichtet.

Nachstehende Aufstellung (Tab. 3) zeigt, daß es auch bei 0,5 KHz noch zur negativen Beeinflussung des Hörvermögens durch den Störpegel im Prüfraum kommt. Es wurde hier eine Korrelation zwischen den oben angeführten Raumpegel-Klassen und den mittleren Hörverlusten bei 500 Hz am Beispiel des rechten Ohres vorgenommen.

Tab. 3:

Prüfraumpegel	mittlerer Hörverlust b. 0,5 KHz
31 - 35 dB (A)	18,35 dB
36 - 40 dB (A)	20,22 dB
41 - 45 dB (A)	21,47 dB
46 - 50 dB (A)	22,51 dB
> - 50 dB (A)	23,08 dB

Abhängigkeit des mittleren Hörverlustes bei 500 Hz vom Prüfraumpegel am Beispiel des rechten Ohres

Tab. 3 zeigt, daß mit steigenden Prüfraumpegeln auch die Hörverluste im Audiogramm bei 0,5 KHz größer werden. Zwischen den Pegelklassen 31 - 35 dB (A) und > 50 dB (A) beträgt der Hörverlustunterschied fast 5 dB.

Tab. 4 prüft im T-Test die störpegelabhängigen Hörverluste auf Signifikanzen.

Tab. 4: Signifikanzprüfung der mittleren Hörverluste bei
500 Hz für verschiedene Prüfraumpegel

	>50	46 - 50	41 - 45	36 - 40	31 - 35
31 - 35	NS	SS	SS	NS	x
36 - 40	NS	NS	NS	x	
41 - 45	NS	NS	x		
46 - 50	NS	x			
>50	x				

NS = keine Signifikanz SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

Es zeigt sich, daß zwischen den Raumpegelklassen 31 - 35 dB (A) und 41 - 45 dB (A) bzw. 46 - 50 dB (A) sehr signifikante Unterschiede auf dem 1%-Niveau bestehen. Beim Vergleich der Störpegelklassen 31 - 35 dB (A) und > 50 dB (A) läßt sich die Signifikanz nur deshalb nicht nachweisen, weil 13 Probanden ein zu kleines Kollektiv für die höchsten Pegelklassen bildeten. Es treten keine Unterschiede zu den niedrigsten bei uns gefundenen Raumpegeln auf, wenn ein Schallpegel von 40 dB (A) nicht überschritten wird. Die Aussage der VDI 2058 Bl. 2, daß ein Untersuchungsraum ausreichend geräuscharm ist, wenn ein Schallpegel von 50 dB nicht überschritten wird, muß hiernach bestritten werden.

4.1.3. Lärmmessung am Arbeitsplatz

Wir verwendeten hierzu einen Impuls-Präzisionsschallpegelmesser 2204 der Firma Bruel u. Kjaer mit der Möglichkeit von "SLOW", "FAST" und "IMPULS"-Messung, an den ein Oktavfilter angeschlossen war. DIEROFF und MEISSNER (16) halten "FAST" für ungenügend und auch VDI 2058, Bl. 2 fordert die Anzeige "IMPULS", doch sind hiergegen ebenfalls Bedenken erhoben worden (FLÜGGE (21)). Das schon zitierte Walsh-Healey-Gesetz (113) und die Studie der CHABA fordern sogar die "SLOW"-Messung. Nach REICHARDT (87) würden hierbei Differenzen von 20 - 30 dB gegenüber Impulsschallpegelmessern entstehen. Da echter Impulslärm, wie später beschrieben, kaum registriert wurde, beschränkten wir uns auf die Stellung "FAST".

Neben den beiden bewerteten Messungen in dB (A) und dB (B) wurde auch der lineare Schalldruck in dB bestimmt. Die Analyse in Oktavbändern umfaßte die Mittenfrequenzen von 31,5 Hz bis 16 000 Hz. Es wurden jeweils Maximum, Minimum und Mittelwert des Schalldruckpegels registriert; bei den Mittelwerten handelt es sich nicht um ein arithmetisches Mittel aus Maximum und Minimum, sondern um den zeitlich am längsten einwirkenden Pegel.

Eine Ausnahme macht die dB (A)-Bewertung bei der anstelle des Mittelwertes der Beurteilungspegel (rating sound level $\approx$ Lr) errechnet wurde.

Nach VDI 2058 Bl. 2, ergänzt durch DIN 45641 wären danach bei zeitlich schwankendem Lärm mit Pegeldifferenzen von mehr als 10 dB mehrere Teilmessungen erforderlich, aus deren Mittelungspegel der Beurteilungspegel errechnet oder graphisch bestimmt werden kann. Dieses Verfahren

zur Bestimmung des Beurteilungspegels war für ein Kollektiv von über 800 Personen nicht praktikabel, zumal die auf Seite 8/9 angeführte Berechnung noch vereinfacht dargestellt ist. Es hätten hierbei für einen Probanden mehrere Messungen durchgeführt werden müssen, wobei noch fraglich gewesen wäre, ob der Zeitfaktor für den jeweiligen Pegel überhaupt exakt hätte ermittelt werden können.

Wir gingen stattdessen einen anderen Weg. Vor jeder Lärmmessung wurden die Probanden gefragt, ob der gegenwärtige einwirkende Lärm als repräsentativ angesehen werden könne. War dies nicht der Fall, wurde die Messung zu einem anderen, "richtigen" Zeitpunkt durchgeführt. Nachdem wir den Arbeitern den Sinn der Lärmmessung klargemacht hatten, wurde von ihnen häufig nicht der stärkste Lärm als typisch angegeben. Auch bei Pegelschwankungen von mehr als 10 dB (A) wurde dann als Beurteilungspegel ein Wert ermittelt, der um 1/3 des Schwankungsbereiches unterhalb des maximalen Ausschlages lag. Zusätzliche Lärmpausen gingen in den Beurteilungspegel nicht ein, da nur von weniger als 6 % der Arbeiter mehr als 2 Lärmpausen angegeben wurden.

Die Meßpunkte wurden so gewählt, daß sich das Mikrophon im allgemeinen direkt am Arbeitsplatz in Ohrhöhe befand. Bei keiner Messung war der Abstand zwischen Arbeitsplatz und Mikrophon größer als 10 m.

4.1.4. Audiogramm bei Arbeits- oder Schichtende

Verständlicherweise war kein Arbeiter bereit, sich nach der Arbeitszeit zur Untersuchung einzufinden. Wir began-

nen deswegen hiermit 1 Stunde vor Arbeitsbeginn. Wir glauben, dies nach allen bisherigen Erfahrungen verantworten zu können und sehen hierin sogar den Vorteil, daß bei allen Probanden eine gleich lange Zeit (5 - 7 Min.) zwischen der Tätigkeit am jeweiligen Arbeitsplatz und dem Beginn der Audiogrammerstellung liegt, so daß man hinsichtlich der TTS zu wirklich vergleichbaren Ergebnissen kommt. Die Durchführung dieses zweiten Audiogramms war für den Untersucher wesentlich leichter und mit geringerem Zeitaufwand verbunden, da die Probanden nun mit der Erfahrung des ersten Audiogramms zu uns kamen.

Leider ließ sich aus betriebsorganisatorischen Gründen nicht bei allen, bei denen es auf Grund der Lärmmessung wünschenswert gewesen wäre, ein zweites Audiogramm anfertigen. Bei anderen, weniger Lärmexponierten, konnten wir auf das Audiogramm bei Arbeitsende verzichten.

Insgesamt wurden 564 Personen (68,5 %) nachaudiometriert. Bei 102 Personen (12,4 %), die ebenfalls weniger starkem Lärm am Arbeitsplatz ausgesetzt waren, wurde das Audiogramm während der Schicht durchgeführt und zwar: 1 - 2 Stunden nach Arbeitsbeginn: 29 mal (3,5 %), 2 - 4 Stunden nach Arbeitsbeginn: 21 mal (2,6 %), 4 - 6 Stunden nach Arbeitsbeginn: 52 mal (6,3 %). Die Störpegelmessung ist bei ihnen in die Angaben von Tab. 2 a/b eingegangen. Während des zweiten Audiogramms ergab sich folgende Raumpegelverteilung (Tab. 5):

Tab. 5:

31 - 35 dB (A)	:	128 Fälle (22,7 %)
36 - 40 dB (A)	:	206 Fälle (36,5 %)
41 - 45 dB (A)	:	141 Fälle (25,0 %)
46 - 50 dB (A)	:	67 Fälle (11,9 %)
> 50 dB (A)	:	22 Fälle (3,9 %)

(Prozentangaben bezogen auf $n = 564$)

Auch hier lag der maximale Störpegel bei 52 dB (A). Der prozentual hohe Anstieg der Raumpegel von mehr als 50 dB (A) erklärt sich durch den in manche Untersuchungs-
räume eindringenden Maschinenlärm, der bei Arbeits-
beginn nicht in gleichem Maße vorhanden war.

Insgesamt stieg der mittlere Geräuschpegel aber nur um 0,1 dB (A) auf 39,6 dB (A) an; der mittlere lineare Pegel erhöhte sich dagegen um 0,6 dB auf 67,5 dB.

Bei einem Prüfraumpegel von 31 - 35 dB (A) während der Hörprüfung gab es in 73 % der Fälle keine Veränderung, in 26,1 % eine Verschlechterung gegenüber dem Pegel beim zweiten Audiogramm;

im Bereich 36 - 40 dB (A) in 84,0 % der Fälle keine Veränderung, in 14,2 % eine Verschlechterung und in 1,8 % eine Verbesserung;

im Bereich 41 - 45 dB (A) in 75,4 % der Fälle keine Veränderung, in 4,8 % eine Verschlechterung und in 19,9 % eine Verbesserung;

im Bereich 46 - 50 dB (A) in 60,3 % der Fälle keine Veränderung, in 3,8 % eine Verschlechterung und in 35,9 % eine Verbesserung;

im Bereich von >50 dB (A) in 16,7 % keine Veränderung und in 83,3 % eine Verbesserung. Ein genaues Bild gibt Anhangstabelle 1.

4.2. Auswertung der Ergebnisse

Neben den für einzelne zu vergleichende Parameter üblichen Mittelwertbildungen für Lärmspektren und Audioogrammen, die wegen der großen Streuung häufig statistisch nicht voll befriedigende Ergebnisse bringen, wurde von uns eine Klassierung der Lärmspektren und Audioogramme vorgenommen.

4.2.1. Lärmspektrenklassierung

Wir differenzieren in der vorliegenden Arbeit zwischen
Breitbandgeräuschen,
Hoch- und Mitteltongeräuschen,
Tieftongeräuschen und
Geräusche mit tonalem Beiklang.

Diese Klassierung ist darin begründet, daß einerseits Breitbandgeräusche bei gleichem Schalldruck das Gehör weniger belasten als Schmalbandgeräusche (LEHNHARDT (57)), andererseits Tieftongeräusche nach einhelliger Autorenmeinung weniger schädigend wirken als Mittel- und Hochtongeräusche. Zwischen letzteren wurde keine weitere Differenzierung vorgenommen, weil in der internationalen Literatur Uneinigkeit darüber besteht, ob bei Geräuschen mit Maxima oberhalb 4 KHz die gehörschädigende Wirkung

gleichbleibt oder abnimmt. LEHNHARDT (58) mißt dieser Frage keine besondere Bedeutung bei, da deutlich umschriebene Frequenzmaxima oberhalb 4000 Hz in der Praxis nur ausnahmsweise zu finden seien. Die Angaben in der Fachliteratur über die Grenzfrequenz zwischen Tiefton- und Mitteltongeräuschen divergieren zwischen 200 Hz und 1000 Hz (LEHNHARDT (58)). Wir legten die obere Grenzfrequenz für Tieftongeräusche bei 500 Hz fest. Als Mittel- bzw. Hochtongeräusch bezeichneten wir ein Geräusch, bei dem der Mittelwert aus den bei der Lärm-messung zeitlich am längsten einwirkenden Schallpegel n bei den Mittelfrequenzen 1, 2, 4 und 8 KHz um mindestens 10 dB (A) größer war als der Mittelwert der zeitlich am längsten einwirkenden Schallpegel bei 63, 125, 250 und 500 Hz.

Umgekehrt war bei einem Tieftongeräusch der Mittelwert der zeitlich am längsten einwirkenden Pegeln in den 4 tiefen Frequenzen um mindestens 10 dB größer. Bei einer holzverarbeitenden Maschine (=Zerhacker), die Spitzenwerte im Bereich von 31,5 Hz aufwies, wurde diese Frequenz mit in die Mittelwertbildung aufgenommen. War die Differenz der Durchschnittswerte zwischen hohen und tiefen Frequenzgruppen kleiner als 10 dB, wurden sie den Breitbandgeräuschen zugeordnet. Eine gesonderte Berücksichtigung fanden die Geräusche mit tonalem Beiklang. Ein solches Geräusch lag nach unserer Definition vor, wenn der bei einer Lärm-messung maximal auftretende Schallpegel innerhalb einer Oktavbandbreite um mindestens 8 dB (A) größer war als die maximalen Schallpegel bei den beiden benachbarten Oktavbändern. Diese reinen Schmalbandgeräusche von Oktavbreite mußten bei der elektronischen Auswertung Priorität haben, um Überschnei-

dungen mit den anderen Lärmspektrenklassen zu vermeiden. Sie wären aber, wie die Durchsicht ergab, in keinem Fall den Mittel- und Hochtongeräuschen zuzuordnen gewesen.

Da alle Geräusche, bei denen die Hervorhebung tiefer, mittlerer oder hoher Frequenzen nicht sehr eindeutig war, den Breitbandgeräuschen zugeordnet wurden, ergab sich bei insgesamt 811 Lärmmessungen über das gesamte Frequenzspektrum folgende Verteilung: Es traten auf

Breitbandgeräusche in 696 Fällen (85,8 %),
Mittel- und Hochtongeräusche in 24 Fällen (3,0 %),
Tieftongeräusche in 66 Fällen (8,1 %),
Geräusche mit tonalem Beiklang in 25 Fällen (3,1 %).

4.2.2. Audiogrammklassierung

Hierbei wurde von uns eine Einteilung gewählt, die sowohl dem tonaudiometrischen Bild als auch den sozialmedizinischen Gesichtspunkten Rechnung trägt. Insgesamt wurden 6 Audiogrammtypen unterschieden. Untergliedern wir nach sozialmedizinischen Gesichtspunkten, so ergibt sich folgende Differenzierung:

- | | |
|-----------|--|
| Typ 1 | = Keine oder ganz unbedeutende Hörschäden durch Lärm |
| Typ 2 - 4 | = Hörschädigung durch Lärm ohne Beeinträchtigung des Sprachgehörs |
| Typ 5 | = "Lärmschwerhörigkeit" mit beginnender Beeinträchtigung des Sprachgehörs (Einbruch in das Flustersprachgehör) |

Typ 6 = Lärmschwerhörigkeit mit deutlicher Beeinträchtigung des Sprachgehörs

Untergliedern wir dagegen nach dem tonaudiometrischen Bild, so zeigt

Typ 1 = keine oder nur eine sehr geringe Hörsenke, die 30 dB in den Frequenzen 4 und 6 KHz nicht überschreitet (z.B. wie in Abb. 1 a dargestellt)

Typ 2 = eine typische ⁵c-Senke bei 4 KHz, die mindestens 30 dB beträgt, wobei die Differenz zu einer etwaigen, dann aber geringeren Senke bei 6 KHz bei 5 dB und mehr liegt, ohne daß bei 3 KHz 40 dB überschritten werden (z.B. wie in Abb. 1 b dargestellt).

Typ 3 = eine vorwiegende Senke bei 6 KHz, die mindestens 30 dB beträgt, wobei die Differenz zu einer etwaigen, dann aber geringeren Senke bei 4 KHz bei 5 dB und mehr liegt, ohne daß bei 3 KHz 40 dB überschritten werden (z.B. wie in Abb. 1 c dargestellt)

Typ 4 = eine breite Senke, bei der mindestens eine der Frequenzen - 4 oder 6 KHz - bei 30 dB und mehr liegt, die Differenz zwischen beiden aber kleiner als 5 dB ist, ohne daß bei 3 KHz 40 dB überschritten werden (z.B. wie in Abb. 1 d dargestellt)

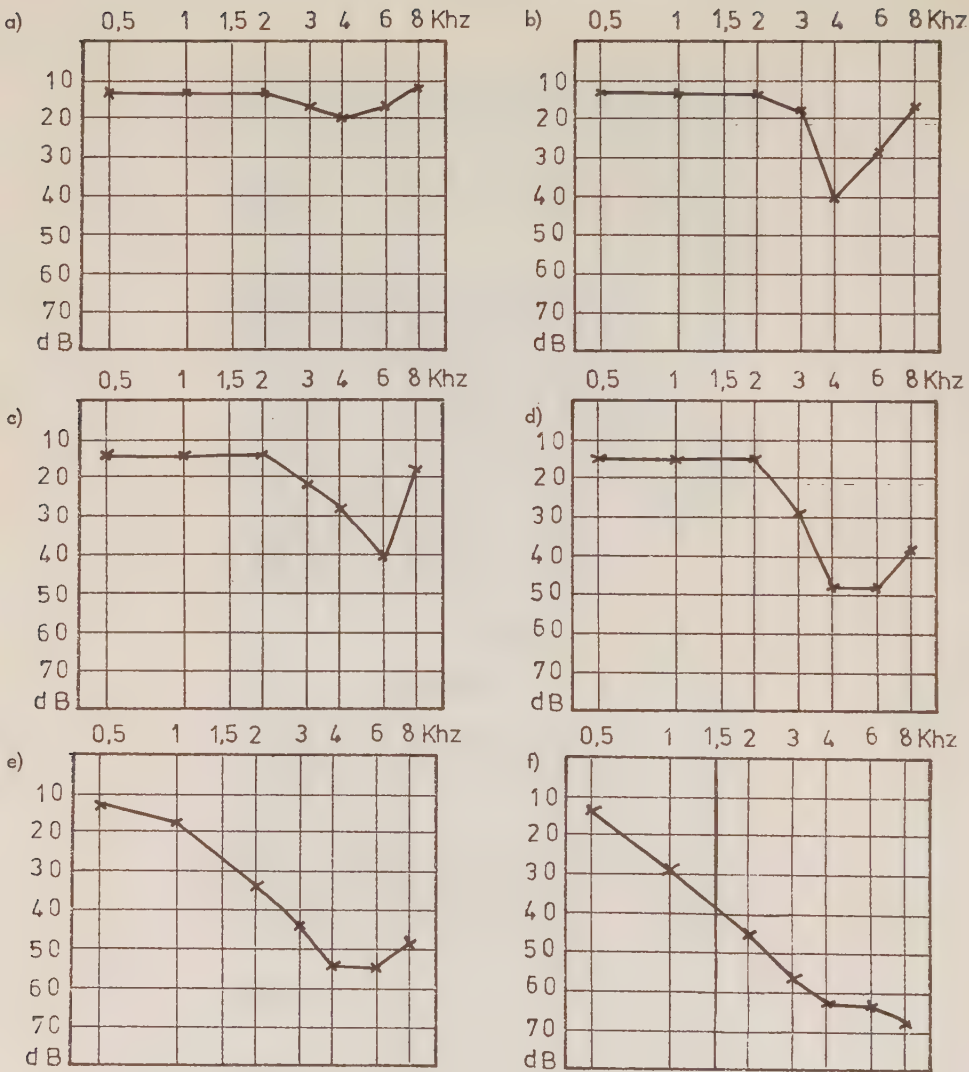


Abb. 1: Beispiele für die Audiogramklassierung

Abb. 1 a: Audiogramtyp 1

Abb. 1 b: Audiogramtyp 2

Abb. 1 c: Audiogramtyp 3

Abb. 1 d: Audiogramtyp 4

Abb. 1 e: Audiogramtyp 5

Abb. 1 f: Audiogramtyp 6

- Typ 5 = keine typische Senke, sondern allenfalls plateau- oder sägeblattähnlicher Verlauf, häufig auch Schrägabfall des Audiogrammbildes, bei dem bei 3 KHz 40 dB erreicht oder überschritten wird, nicht dagegen bei 2 KHz (z.B. wie in Abb. 1 e dargestellt)
- Typ 6 = in der überwiegenden Zahl der Fälle Schrägabfall zu den hohen Frequenzen hin, wobei schon bei 2 KHz 40 dB erreicht oder überschritten werden (z.B. wie in Abb. 1 f dargestellt)

Eine tabellarische Übersicht über die Audiogrammklassierung gibt Anhangstabelle 2.

4.2.3. TTS-Klassierung

Wie in dem in Anhang B der VDI 2058 Bl. 2 (109) beschriebenen "Expositionstest" verglichen wir die Frequenzen 3, 4 und 6 KHz der Audiogramme, die bei Arbeitsbeginn und Arbeitsende durchgeführt wurden. Der Expositionstest wurde dabei aber nicht zur Grundlage unserer Untersuchungen gemacht. Auch die Bestimmung einer TTS (2), also die Bestimmung einer TTS 2 Min. nach Schichtende, war, wie beschrieben, aus betriebsorganisatorischen Gründen unmöglich.

Wir gingen so vor, daß für den einzelnen Probanden ein gemeinsamer arithmetischer Mittelwert der Frequenzen 3, 4 und 6 KHz für beide Ohren gebildet und anschließend dieser arithmetischer Mittelwert des zweiten Audiogram-

mes (Audiogramm bei Schichtende) von dem des ersten Audiogramms (Audiogramm bei Schichtende) subtrahiert wurde. Die so entstandene Differenz - eine mittlere TTS der Frequenzen 3, 4 und 6 KHz - wurde klassiert und nach Zuordnung der verglichenen Audiogramme in die Klassen zahlenmäßig ausgezählt. Der Vorteil gegenüber dem Expositionstest liegt darin, daß eine individuelle Lärmempfindlichkeit in unserem Verfahren mit erfaßt wird, der Nachteil, daß bei schon vorgeschädigten Gehören, bei denen die TTS in Abhängigkeit von der schon bestehenden PTS kleiner als beim nicht vorgeschädigten Ohr ist, die Aussagefähigkeit eingeschränkt werden könnte. Folgende Differenzklassen wurden gebildet:

TTS-Klasse A	: ≥ -10
TTS-Klasse B	: $-9 \rightarrow -5$
TTS-Klasse C	: $-4 \rightarrow -1$
TTS-Klasse D	: ± 0
TTS-Klasse E	: $+1 \rightarrow +4$
TTS-Klasse F	: $+4 \rightarrow +9$
TTS-Klasse G	: $\geq +10$

Beim Auftreten der Klasse A kann man von einer erheblichen bis deutlichen Verschlechterung des Audiogramms sprechen. Die bei PFANDER (81) zitierte Ansicht amerikanischer Autoren, daß eine TTS von 20 dB bei oder oberhalb 3 KHz tolerabel sei, können wir nach deutschen Erfahrungen in der Industrie (DAMSKY und JANSSEN (10)) keinesfalls akzeptieren. Bei den verglichenen Frequenzen liegt die TTS der Klasse A im Mittel bei 10 dB und mehr. Mit einer merkbaren Verschlechterung des Audiogrammes muß - nach welcher Zeit auch immer - gerechnet werden, wenn nicht alle prophylaktischen Maßnahmen ausgeschöpft

werden. Die Klasse A erscheint "gefährdet" bis "stark gefährdet". Beim Auftreten der Klasse B - TTS liegt im Mittel bei 5 - 9 dB - besteht eine noch erfaßbare Verschlechterung der Audiogramme bei Arbeitsende. Die Probanden, die der TTS-Klasse B zugeordnet werden, sind zumindest "leicht gefährdet" und müssen unter audiologischer Kontrolle bleiben; Gehörschützer erscheinen notwendig.

Diejenigen Probanden, die im Mittel eine TTS von 1 - 4 dB über die Frequenzen 3, 4 und 6 KHz (Klasse C) aufweisen, sind dagegen schwerer zu beurteilen. Würde tatsächlich pro Frequenz eine TTS von 1 - 4 dB vorliegen, was mit nicht stufenlos regulierbaren Audiometern gar nicht zu erfassen gewesen wäre, so könnte man den Hörverlust als unbedenklich bezeichnen. Es ist aber immerhin rein rechnerisch der Fall denkbar, daß sich im wesentlichen das Hörvermögen nur einer Frequenz verschlechtert, eine Tatsache, die durch die Mittelwertbildung aus 2 x 3 Frequenzen überdeckt werden kann. Man kann aber wohl der TTS-Klasse C das Attribut "kaum gefährdet" zuerkennen. Audiologische Kontrollen in größerem Abstand wären aber auch hier aus Vorsichtsgründen sinnvoll. Dagegen sind die Probanden der Klasse D und E mit Sicherheit un gefährdet. Eine Verbesserung der betreffenden Frequenzen um 1 - 4 dB (Klasse E) erscheint unter der Voraussetzung, daß während der Lärmarbeit eine Hörverbesserung nicht möglich ist als Meßbereichstoleranz des Untersuchers und Hörerrata des Untersuchten noch akzeptabel, dagegen müssen nach bisherigen Erfahrungen die Klassen F und G als Fehlmessungen oder als nicht brauchbare Angaben durch den Probanden bezeichnet werden. Sie erscheinen daher nicht verwertbar und fehlen deshalb bei der Auswertung. Bei Klasse F waren es 25 Personen von 564 Nach-

audiometrisierten (4,4 %), bei Klasse G 5 Personen (0,9 %), auf die wir bei der Auswertung verzichteten. Bei dem Personenkreis der beiden letzten Klassen handelte es sich, wie wir aus der Erinnerung wissen, im wesentlichen um Probanden einer Stuhlfabrik, die audiometrisiert wurden, als es Anfang November 1971 erstmals zu starken Frosteinbrüchen kam. Das Gros der an diesem Tag Audiometrisierten zeigte hierbei nach Beendigung der Arbeit deutlich bessere Audiogramme. Insgesamt hörten beim zweiten Audiogramm

mehr als 9 dB schlechter	:	74 Personen
5 - 9 dB schlechter	:	143 Personen
1 - 4 dB schlechter	:	175 Personen
genau gleich	:	81 Personen
1 - 4 dB besser	:	61 Personen

Demnach kam es beim "Nachaudiometrieren zur Ausbildung der TTS-Klasse A	:	in 13,9 % der Fälle
TTS-Klasse B	:	in 26,8 % der Fälle
TTS-Klasse C	:	in 32,8 % der Fälle
TTS-Klasse D	:	in 15,2 % der Fälle
TTS-Klasse E	:	in 11,4 % der Fälle

(Prozentangaben bezogen auf $n = 534$)

4.3. Stichprobe

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden audiometrischen Untersuchungen, anamnestischen Erhebungen und Lärm-messungen, wurden in der Zeit von Juli bis November 1971 durchgeführt. Bei den ausgewählten Betrieben handelte es sich um:

- a. Wohnmöbelindustrie (3)
- b. Stuhlmöbelindustrie (2)
- c. Büromöbelindustrie (2)
- d. Polstermöbelindustrie (1)
- e. Furnier- und Sperrholzindustrie (2)
- f. Dachträger- und Furnierindustrie (1)
- g. Fensterbauindustrie (1)
- h. Holzkistenindustrie (1)
- i. Särge-, Holzmehl-Schuhleistenindustrie (1)
- k. Kleiderbügelindustrie (1)

4.3.1. Nationalität und Geschlecht

Nach Durchsicht der Untersuchungsbögen verblieb uns ein Kollektiv von 824 Personen, das zur statistischen Auswertung kam. Dieses bestand aus 650 Männern (78,9 %) und 174 Frauen (21,1 %). 511 deutschen (62,0 %) standen 312 ausländische Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen (38,0 %) gegenüber. Bei letzteren handelte es sich um Jugoslawen, Griechen, Spanier, Italiener, Türken, Portugiesen und Nordafrikaner. Von 650 männlichen Probanden waren 420 (64,6 %) deutscher und 230 (35,4 %) nicht-deutscher Staatsangehörigkeit. Das Kollektiv von 174 Frauen setzte sich dagegen zusammen aus 91 Deutschen (52,3 %) und 83 Ausländerinnen (47,7 %). Umgekehrt befanden sich unter 511 Deutschen 82,2 % Männer und 17,8 % Frauen, unter 313 Ausländern 73,5 % Männer und 26,5 % Frauen. Hiermit ergab sich bei 824 Personen folgende Population:

deutsche Männer	:	420 (50,97 %)
ausländische Männer	:	230 (27,91 %)
deutsche Frauen	:	91 (11,04 %)
ausländische Frauen	:	83 (10,07 %)

Bei 820 Probanden erhielten wir Angaben über das Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung. Abb. 2 a zeigt die Aufteilung der Geschlechtszugehörigkeit der Population in Abhängigkeit vom Lebensalter. Tab. 6 gibt zusätzliche Auskunft über die Nationalität der Probanden.

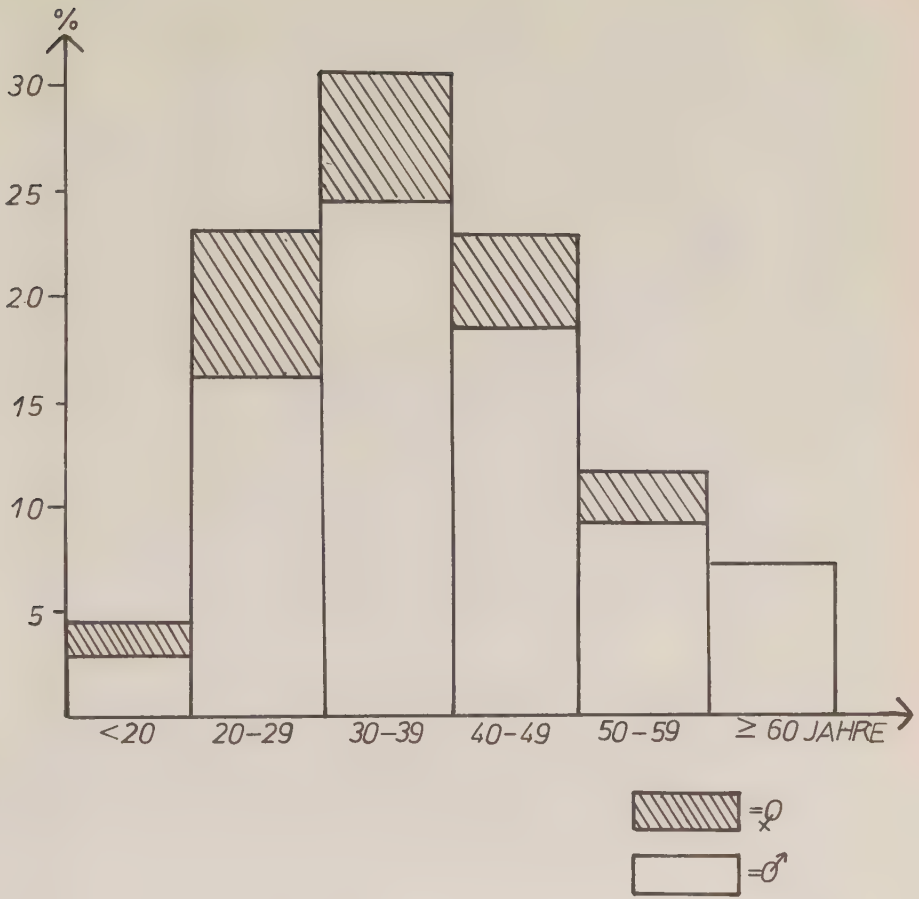


Abb.: 2a: Aufschlüsselung der untersuchten Population von 824 Personen nach Geschlecht und Lebensalter.

Tabelle 6:

n = 820	M Ä N N E R		F R A U E N		Zeilensumme
	DEUTSCHE Zahl (= %)	AUSLÄNDER Zahl (= %)	DEUTSCHE Zahl (= %)	AUSLÄNDER- INNEN Zahl (= %)	
LEBENS- ALTER					DEUTSCHE u. AUSLÄNDER Zahl (= %)
< 20	18 (2,20)	6 (0,73)	6 (0,73)	6 (0,73)	36 (4,39)
20 - 29	48 (5,85)	86 (10,49)	13 (1,58)	43 (5,24)	190 (23,16)
30 - 39	113 (13,78)	89 (10,85)	24 (2,93)	26 (3,17)	252 (30,73)
40 - 49	108 (13,17)	44 (5,37)	29 (3,54)	7 (0,85)	188 (22,92)
50 - 59	73 (8,90)	3 (0,36)	19 (2,32)	0 (0,00)	95 (11,58)
≥ 60	59 (7,20)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	59 (7,20)
Spalten- summe	419 (51,10)	228 (27,80)	91 (11,10)	82 (9,99)	820 (99,99)

Aufteilung der untersuchten Population (n = 820) nach Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung, Nationalität und Geschlechtszugehörigkeit.

Danach findet sich am häufigsten die Altersgruppe 30 - 39 Jahre, gefolgt von den Altersgruppen 20 - 29 Jahren und 40 - 49 Jahren, die annähernd gleich stark vertreten sind. Während bei den deutschen Arbeitern die Altersgruppe 30 - 39 Jahre an erster Stelle liegt, nehmen diese Position bei den Ausländern die 20 - 29-jährigen ein.

4.3.2. Betriebssoziologische Faktoren

Von den erfaßten 824 Personen standen (Tab. 7):

- im 1. Arbeitsverhältnis 60 Personen (7,3 %)
- im 2. Arbeitsverhältnis 188 Personen (22,8 %)
- im 3. Arbeitsverhältnis 193 Personen (23,4 %)
- im 4. Arbeitsverhältnis 162 Personen (19,7 %)
- im 5. Arbeitsverhältnis 99 Personen (12,0 %)
- im 6. Arbeitsverhältnis 66 Personen (8,0 %)
- in 7 u. mehr Arbeitsverhältnissen 56 Personen (6,8 %)

(Bei der Angabe der Arbeitsverhältnisse ist der Militärdienst mit einbezogen). Eine zusätzliche Aufschlüsselung nach Staatszugehörigkeit (Deutsche/Ausländer) gibt Abb. 2 b.

73,2 % aller untersuchten Personen hatten also vorher nur bis zu 3 verschiedene Arbeitsverhältnisse, Militärdienst noch größtenteils mit einbezogen, ein Zeichen, wie gering die Fluktation in der Holzindustrie ist. Hierbei lag allerdings der Anteil der Deutschen verständlicherweise unter dem der Ausländer.

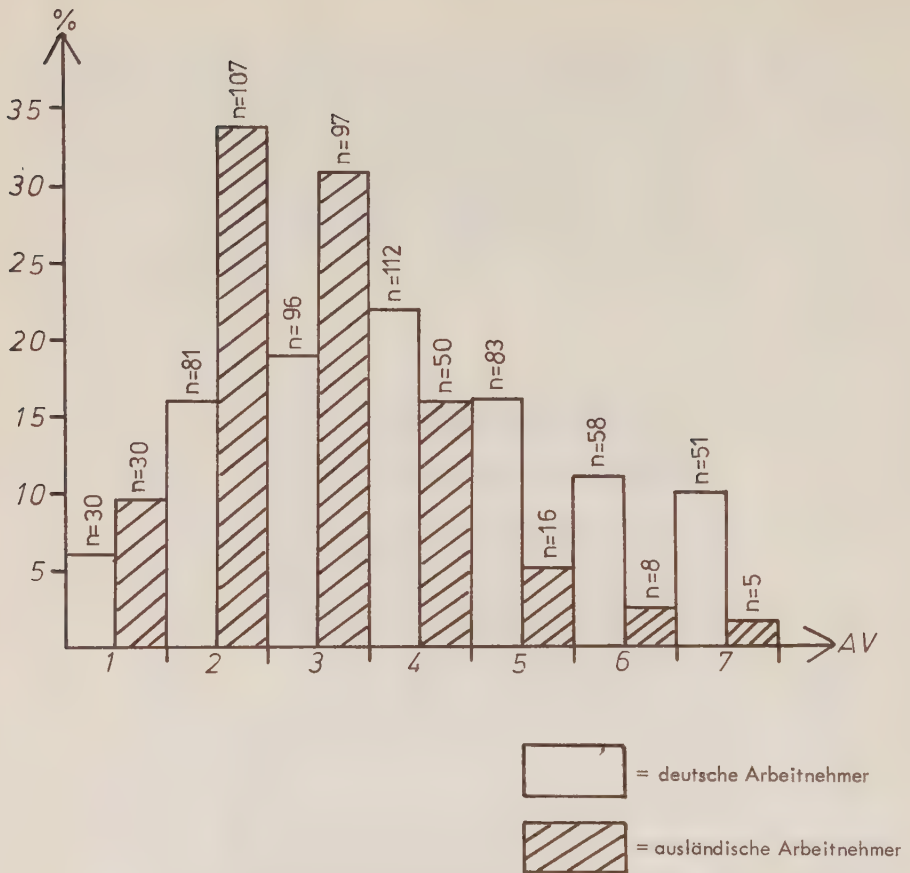


Abb. 2b: Aufschlüsselung der untersuchten Population von 511 Deutschen (= 100 %) und 313 Ausländern (= 100 %) nach der Zahl der Arbeitsverhältnisse (AV).

Ein vergleichbares Bild ergibt sich in der Betriebszugehörigkeit. Hierzu kann angeführt werden, daß 299 der deutschen Arbeitnehmer (58,5 %) 6 Jahre und länger und 234 (45,8 %) 10 Jahre und länger den Betrieben, in denen die Untersuchungen durchgeführt wurden, angehörten. Ausländische Arbeitnehmer können bei ihrem im allgemeinen zeitlich begrenztem Aufenthalt in der BR. Deutschland hier verständlicherweise nicht angeführt werden. Eine genaue Aufschlüsselung über die Dauer der Betriebszugehörigkeit deutscher und ausländischer Arbeitnehmer gibt Tab. 8.

Geringe Fluktation und hohe Betriebstreue bei Arbeitnehmern in der Holzindustrie nehmen unseren Ergebnissen einen Teil der Unsicherheitsfaktoren, wie sie in Industriezweigen mit größerer Fluktation zwangsläufig bei derartigen Untersuchungen auftreten.

Tab. 8:

im jetzigen Betrieb seit	DEUTSCHE	N = 511	N = 824	AUSLÄNDER	N = 313	N = 824
weniger als 10 Monate	60	11,74 %	7,28 %	118	37,70 %	14,32 %
10 - 29 Monate	64	12,52 %	7,77 %	105	33,55 %	12,74 %
30 - 69 Monate	83	16,24 %	10,07 %	58	18,53 %	7,04 %
70 - 119 Monate	65	12,72 %	7,89 %	24	7,67 %	2,91 %
120 - 239 Monate	125	24,46 %	15,17 %	5	1,60 %	0,61 %
240 und mehr Monate	109	21,33 %	15,23 %	1	0,32 %	0,12 %
keine Angaben	5	0,98 %	0,61 %	2	0,64 %	0,24 %

Aufteilung der untersuchten Population nach Dauer der Betriebszugehörigkeit und Nationalität

5. Darstellung der Ergebnisse

5.1. Angaben zur Anamnese

Es wurden von uns untersucht aus dem Produktionsbereich
(Tab. 9)

Tab. 9:

1. Särge, Holzmehl, Schuhleisten	: 28 Personen (3,4 %)
2. Stuhl Möbel	: 100 Personen (12,1 %)
3. Dachträger	: 32 Personen (3,9 %)
4. Furnier- und Sperrholz	: 79 Personen (9,6 %)
5. Polstermöbel	: 22 Personen (2,7 %)
6. Holzkisten	: 54 Personen (6,5 %)
7. Fensterbau	: 62 Personen (7,5 %)
8. Wohnmöbel	: 193 Personen (23,4 %)
9. Kleiderbügel	: 25 Personen (3,0 %)
10. Büromöbel	: 229 Personen (28,8 %)

(n = 824)

Hierbei waren tätig (Tab. 10):

Tab. 10:

1. in Maschinenställen	: 356 Personen (43,2 %)
2. in Montagehallen	: 94 Personen (11,4 %)
3. in Sägewerken	: 64 Personen (7,8 %)
4. in Schleifereien	: 38 Personen (4,6 %)
5. in Bohrabteilungen	: 10 Personen (1,2 %)
6. in Furnierabteilungen	: 107 Personen (13,0 %)
7. in Lackierabteilungen	: 40 Personen (4,9 %)
8. bei manueller, nichtmaschineller Arbeit	: 94 Personen (11,4 %)
9. in Verpackung u. Versand	: 19 Personen (2,3 %)
10. in der Verwaltung	: 2 Personen (0,2 %)

(n = 824)

5.1.1. Familienanamnese

Eine vorzeitige Schwerhörigkeit in der Blutsverwandtschaft wurde von 33 Betroffenen (4,0 %) angegeben. Unter Ausschluß einer Presbyakusis fand sich unter diesen 33 Personen bei 3 Arbeitern (9,1 %) mehrfache Schwerhörigkeit und bei 23 Personen (69,7 %) einmalige Schwerhörigkeit in der Familie. In 7 Fällen (21,2 %) war die Schwerhörigkeit mit Sicherheit nicht erbbedingt.

5.1.2. Eigenanamnese

Ohrerkrankungen in der früheren Anamnese wurden uns von den untersuchten Personen 119mal (14,4 %) angegeben. Eine detaillierte Aufschlüsselung (Tab. 11) ergibt folgendes Bild:

Tab. 11:

Otitis media, Seite nicht bekannt	bei 40 Personen (33,6 %)
" , bds.	bei 16 Personen (14,4 %)
" , re.	bei 9 Personen (7,6 %)
" , li.	bei 14 Personen (11,8 %)
Schwerhörigkeit o. bek. Ursache bds.	bei 3 Personen (2,5 %)
" " re.	bei 6 Personen (5,0 %)
" " li.	bei 6 Personen (5,0 %)
" durch ototoxische Medikamente	b. 8 Personen (6,7 %)
Ohrenscherzen	bei 9 Personen (7,6 %)
Trommelfellperforation re.	bei 2 Personen (1,7 %)
" li.	bei 3 Personen (2,5 %)
weitere Erkrankungen	bei 3 Personen (2,5 %)

(n = 119)

92 Personen (11,2 %) von 824 hatten in der Vorgeschichte ein Schädeltrauma. Hierbei bestand in 5 Fällen (5,4 %) ein Schädel- oder ein Schädelbasisbruch, in 24 Fällen (26,1 %) eine "Contusio", in 68 Fällen (68,5 %) eine Commotio. Bei 30 Personen (3,6 % von 824) fand sich eine kombinierte Ohr- und Schädelkrankung. Ausserbetriebliche akustische Traumen wurden von 88 Probanden (10,7 %) von 824 angegeben, Ohrgeräusch in Form von Pfeifen, Klingeln oder Sausen fand sich bei 288 Personen (35,0 % von 824).

5.1.3. Angaben zur früheren Lärmexposition

69 Personen waren nach eigener Ansicht überhaupt nie Lärm ausgesetzt gewesen. Bei den übrigen 744 Probanden betrug die mittlere Lärmexposition bei Ausländern 5,4 Jahre, bei Deutschen 16,2 Jahre. Eine Klassierung nach Lärmarbeitsjahren zeigt Abb. 3. Danach haben die meisten Ausländer 1 - 3 Jahre, die meisten Deutschen mehr als 20 Jahre im Lärm gearbeitet. Das mittlere Lebensalter in Abhängigkeit von den Lärmarbeitsjahren gibt die folgende Übersicht (Tab. 12) wieder.

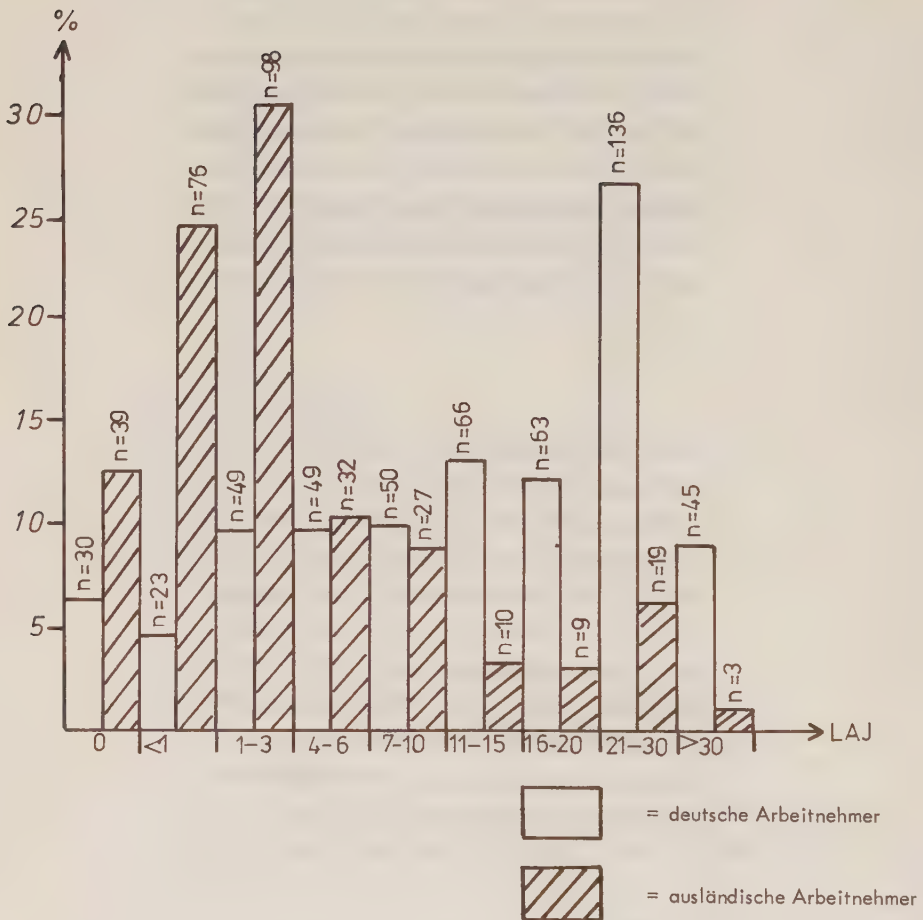


Abb. 3: Aufschlüsselung der untersuchten Population von 511 Deutschen (= 100 %) und 313 Ausländern (= 100 %) nach der Zahl der Lärmearbeitsjahre (LAJ)

Tab. 12:

LÄRMARBEITSJAHRE	mittleres Lebensalter
> 1	28,8 JAHRE
1 - 3	30,8 "
4 - 6	37,5 "
7 - 10	36,7 "
11 - 15	39,1 "
16 - 20	40,3 "
21 - 30	47,6 "
≥ 30	56,5 "

Mittleres Lebensalter in Abhängigkeit von der Lärmexpositions-
dauer.

Umgekehrt haben die (Tab. 13)/

unter 20jährigen	:	1,67 Lärmearbeitsjahre
20 - 29jährigen	:	3,96 Lärmearbeitsjahre
30 - 39jährigen	:	9,78 Lärmearbeitsjahre
40 - 49jährigen	:	15,78 Lärmearbeitsjahre
50 - 59jährigen	:	20,38 Lärmearbeitsjahre
über 60jährigen	:	27,60 Lärmearbeitsjahre

(Tab. 13)

Von den 755 Arbeitern und Arbeiterinnen, die in der Anamnese Lärmarbeit aufwiesen, konnten 747 das Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit angeben. Bei einem Eintrittsalter von:

unter 20 Jahren	waren es 290 Personen
20 - 29 Jahren	waren es 251 Personen
30 - 39 Jahren	waren es 151 Personen
40 - 49 Jahren	waren es 45 Personen
50 - 59 Jahren	waren es 10 Personen

Abb. 4 zeigt, daß Deutsche am häufigsten mit weniger als 20 Lebensjahren mit der Lärmarbeit beginnen, Ausländer dagegen mit 20 - 29 Jahren.

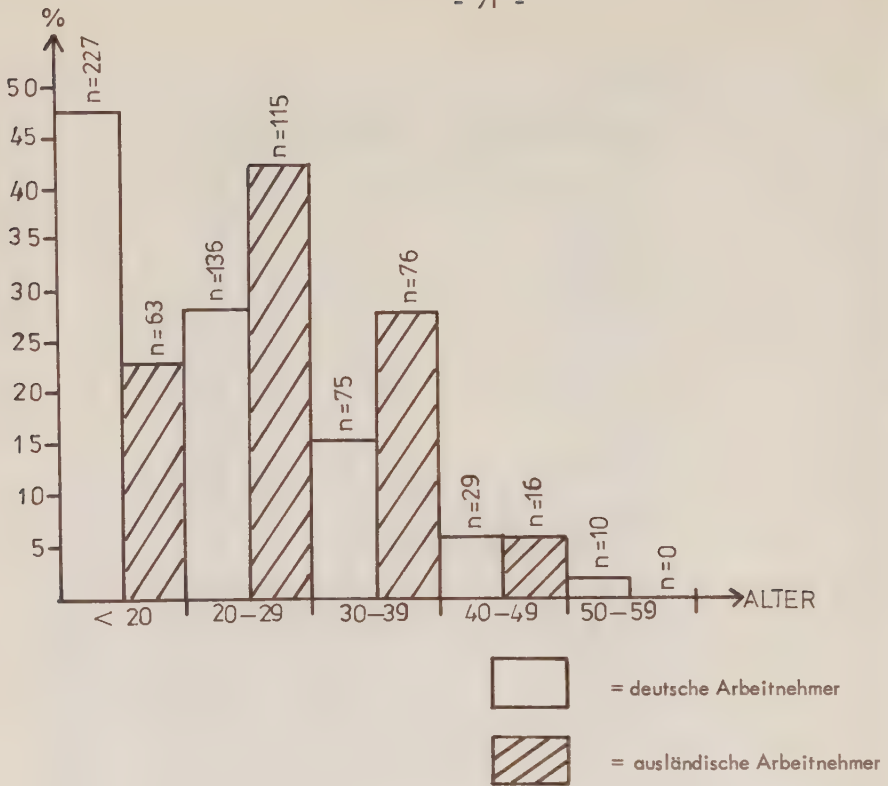


Abb. 4: Aufschlüsselung von 477 Deutschen (= 100 %) und 270 Ausländern (= 100 %), die das Eintrittsalter in die Lärmarbeit angeben konnten.

5.1.4. Angaben zur jetzigen Lärmexposition und zur Lärmeinwirkzeit

Unter der Rubrik "betriebssoziologische Faktoren" (4.3.2.) wurden die Anzahl der für den einzelnen Probanden vorher bestehenden Arbeitsverhältnissen aufgeführt. Bei insgesamt 2121 Arbeitsplätzen beantworteten die Probanden die Frage nach stärkerem Lärm bei früheren Beschäftigungen 760 mal (35,8 %) positiv, 1361 mal (64,2 %) negativ. Ein völlig anderes Bild ergab sich für die Geräuschbeurteilung am jetzigen Arbeitsplatz. 688 Personen (83,5 %) empfinden ihn als laut und nur 136 Personen (16,5 %) meinten, es wirke kein stärkerer Betriebslärm ein.

Wie bereits im methodischen Teil erwähnt, wurde die Lärmmessung am Arbeitsplatz durchgeführt, wenn sie den Arbeitern charakteristisch erschien als zeitlich am häufigsten einwirkender Lärm. Hierbei gab es keine Probleme. Diese traten jedoch auf, als sie abschätzen sollten, wie lange dieser gemessene Lärm nun pro Schicht auf ihr Gehör einwirke. Unsere Intention war, zu erfassen, wie lange innerhalb der üblichen 8-Stundenschicht tatsächlich Lärmeinwirkung besteht, also abzüglich Zigarettenpause, Fertigungsprogrammwechsel, sonstigem Maschinenstillstand etc., um den Beurteilungspegel möglichst genau ermitteln zu können. Das Ergebnis der Befragung ergab, daß nur 35 Personen (4,25 %) uns einen Wert angaben, der unter der 8-Stundengrenze lag. 754 Personen (91,5 %) nannten uns 8 Stunden als Lärmeinwirkdauer, bei weiteren 35 Personen (4,25 %) wurde sie mit mehr als 8 Stunden angegeben. Da nach eigenen Beobachtungen in den Betrieben fast nie über die volle Arbeitszeit von 8 Stunden Lärmeinwirkung bestand, halten wir diese Aussagen für anzweifel-

bar. Hier lag unserer Meinung nach aber keine bewußte Aggravation vor, sondern eine intellektuelle Überforderung durch die Art der Fragestellung.

5.1.5. Angaben zur Beurteilung des eigenen Hörvermögens

793 Personen (96,2 %) von 824 hielten ihr Gehör bei Beginn der Lärmarbeit für normal. Dagegen gaben zum Zeitpunkt der Untersuchung 214 Personen (26,0 %) eine Gehörverschlechterung an. Diese 214 Personen, gegliedert nach Geschlechtszugehörigkeit, setzten sich zusammen aus 185 Männern (28,5 % aller Männer) und 29 Frauen (16,7 % aller Frauen).

Betrachtet man die Personen mit Gehörverschlechterung vom Nationalitätenstandpunkt, so fällt auf, daß 190 von 511 Deutschen (37,2 %) Hörminderung angaben gegenüber nur 24 von insgesamt 313 Ausländern (7,7 %). Unter 214 Probanden, die ihr Gehör zum Zeitpunkt der Untersuchung als nicht normal empfanden, waren 31 (14,5 %), bei denen schon vor Beginn der Lärmarbeit eine Gehörverschlechterung eingetreten war; 29 Personen (13,6 %) konnten den Zeitpunkt nicht angeben. Bei den restlichen 154 Personen ergab sich klassiert nach Lärmarbeitsjahren das folgende Bild (Tab. 14).

Tab. 14:

Zeitpunkt des Eintritts der Gehörverschlechterung	Anzahl der Personen
nach bis zu 3 LAJ	26 (16,9 %)
nach 4 - 6 LAJ	12 (7,8 %)
nach 7 - 10 LAJ	25 (16,2 %)
nach 11 - 15 LAJ	27 (17,6 %)
nach 16 - 20 LAJ	24 (15,6 %)
nach 21 - 30 LAJ	29 (18,8 %)
nach mehr als 30 LAJ	11 (7,1 %)

Häufigkeitsverteilung des Zeitpunktes, zu dem 154 Personen subjektiv eine Verschlechterung des Gehörs wahrnehmen.

(LAJ = Lärmarbeitsjahre)

Es läßt sich danach feststellen, daß innerhalb der ersten 10 Arbeitsjahre 40,9 % der befragten Personen bei sich Hörschäden bemerkten, innerhalb der zweiten 10 Arbeitsjahre 33,8 % und nach mehr als 20 Jahren noch 25,9 %.

5.1.6. Angaben zum persönlichen Lärmschutz

Außerhalb des Rahmens unseres Untersuchungsbogens wurden 526 Personen (63,8 % von 824) nach dem Tragen von Lärmschutz befragt:

Nie Lärmschutz tragen 496 Personen (94,3 %),
manchmal Lärmschutz tragen 22 Personen (4,2 %),
regelmäßig Lärmschutz tragen 8 Personen (1,5 %).

Nur etwa 1,5 % der Befragten trug also bei jeder Arbeitsschicht Gehörschutz, obwohl mehrere der Firmen sogar individuelle Gehörgangsstöpsel hatten anfertigen lassen und andere darüberhinaus Gehörschutzkapseln zur Verfügung gestellt hatten. Die Abneigung der Arbeitnehmer gegen jedwede Art von Gehörschützern wurde begründet mit Auftreten verschiedenster Mißempfindungen wie Kopfschmerzen, Übelkeit oder einem Mangel an fehlender Kommunikation und fehlendem Wortverständnis am Arbeitsplatz bei Tragen von Lärmschutz. Hier handelt es sich um ein generelles Problem für den Arbeitsmediziner (NESS-WETHA (76), WITTGENS (121) und viele andere). Zur Zeit der Durchführung unserer Untersuchung waren es nur insgesamt 22 Personen, die während der Schicht Lärmschützer getragen hatten und zwar:

einfache Watte	: 8 Personen
Gehörschutzwatte	: 2 Personen
Gehörgangsstöpsel	: 4 Personen
Gehörschutzkapseln	: 8 Personen

Dabei ist noch besonders erwähnenswert, daß von diesen 22 Personen etwa die Hälfte aus einem einzigen Betrieb kam (Polstermöbelindustrie), der allerdings auch die größte Lärmintensität aufwies. Bei den regelmäßig gehörschutztragenden Personen lag der Beurteilungspegel in 8 Fällen (100 %) bei 90 dB (A) und mehr, bei den manchmal gehörschutztragenden Probanden in 19 Fällen (86,4 %).

5.1.7. Angaben zur Lärmpause

Unter Lärmpausen verstanden wir reine Arbeitspausen. Pausen, die auftraten, wenn aus anderen Ursachen Ruhe in den Betriebshallen bestand, konnten aus den schon erwähnten Gründen nicht erfaßt werden. Die sehr allgemein gehaltene Forderung der VDI 2058 Bl. 2, daß während einer Lärmpause ein Pegel von 75 dB (A) nicht überschritten werden dürfe, konnte in allen Fällen eingehalten werden. Der mittlere Pausenpegel lag, bezogen auf das gesamte Kollektiv, bei 68,8 dB (A), dem ein unbewerteter Schallpegel von 74,3 dB (lin) entsprach. Bei den Lärmpausen handelte es sich durchweg um Frühstückspausen und Mittagspausen, in denen sich die Exponierten in den von den Betrieben eingerichteten Kantinen aufhielten.

In 70,6 % der Fälle entsprechend 582 Personen bestanden 2 Lärmpausen, 15 Min. Frühstückspause, 45 Min. Mittagspause. Von 71 Personen (8,6 %) wurde nur 1 Arbeitspause von 30 Min. angegeben. Hierzu muß aber ergänzt werden, daß es sich dabei um die Frühschicht handelte, die im allgemeinen turnusmäßig mit anderen Arbeitsgruppen wechselte. Eine dritte Gruppe von 42 Personen (5,1 %) hatte 3 Pausen von insgesamt 90 Min. Die restlichen 171 Arbeitnehmer (16,7 %) verteilten sich auf andere, wenig von der üblichen Stunde abweichende Pausendauern mit fast immer 2 Lärmpausen.

5.2. Befunderhebung

5.2.1. Gehörgangs- und Trommelfellbefunde

Bei der Otoskopie war das rechte Trommelfell in 84 Fällen (10,2 %), das linke in 74 Fällen (9,0 %) infolge Verlegung durch Cerumen nicht beurteilbar.

In 6 Fällen fand sich beiderseits eine Perforation des Trommelfells. Hier zeigte sich also ein erheblicher Unterschied zu den anamnestischen erhobenen Daten, wo, beide Seiten addiert, insgesamt nur 5 Perforationen angegeben wurden. Einen normalen Befund fanden wir für das rechte Trommelfell in 492 Fällen (66,6 %) der nicht verlegten Trommelfelle, für das linke Trommelfell in 488 Fällen (65,1 %). Diese relativ niedrige Zahl normaler Befunde erklärt sich damit, daß jede - auch nur partielle - Abweichung von den Kriterien "spiegelnd" und "rauchgraue Farbe" von uns als nicht normal bezeichnet wurden. Übrigens wird das häufige Auftreten von vorgeschädigten Trommelfellen bei Lärmarbeitern auch von PLATH (83) beschrieben.

5.2.2. Beurteilung des einwirkenden Lärms durch den Untersucher

Vor Beginn der Lärmmessung am Arbeitsplatz wurde durch uns eine Lärmbeurteilung vorgenommen. Dabei definierten wir "kontinuierlichen Dauerlärm" als Lärm, der nach subjektivem Eindruck keine Lautstärkenschwankungen aufwies. Demgegenüber war beim "schwankenden Dauerlärm" eine Differenzierung zwischen Lautstärkemaxima und -minima wahrnehmbar. Die dritte Lärmqualität "impuls-

haltiger Lärm" trat, wenn man sie streng definiert, als Lärm mit "kurzen Geräuschen im Millisekundenbereich mit hohen Schalldruckspitzen" (KLOSTERKÖTTER (44)), selten einmal auf (Hammerschläge, Preßluftpistole). Um aber die in der Holzindustrie häufig vorkommenden Geräusche mit zeitlich kurzen Schalldruckmaxima, zeitlich langen, sofort folgenden Schalldruckminima und deswegen nicht abschätzbaren Mittelwerten zu klassieren, bezeichnen wir sie als "impulshaltigen Lärm". Deshalb sollte im folgenden Impulslärm als "impulsähnlicher Lärm" verstanden werden, wobei der Unterschied zum echten Impulslärm in der geringeren Pegelanschwellzeit und den zeitlich längeren, aber in der Höhe niedrigeren Schalldruckmaxima begründet liegt. Unter diesen Kautelen ergab die subjektive Einschätzung der Lärmqualität in der holzverarbeitenden Industrie ein Auftreten von schwankendem Dauerlärm in 423 Fällen (63,5 %), von kontinuierlichem Dauerlärm in 151 Fällen (18,3 %) und von impulshaltigem Lärm in 150 Fällen (18,2 %).

In wieweit dieser subjektive Höreindruck mit dem Meßergebnis korreliert ist, soll folgende Überlegung zeigen:

Definieren wir "kontinuierlichen Dauerlärm" als Geräusch, bei dem die Differenz zwischen maximaler und minimaler gemessener Lautstärke nicht größer ist als 5 dB (A), so lagen wir in 93,4 % der Fälle richtig. Daß unser Gehör trotzdem besser differenzieren kann, ergibt sich daraus, daß wir in 43,2 % der Fälle einen "schwankenden Dauerlärm" wahrnahmen, bei dem die Differenz trotzdem nicht größer war als 5 dB (A). Dagegen fanden wir bei "impulshaltigem Lärm" in 87,9 % der Fälle eine Differenz zwischen gemessenen Maxima und Minima, die

mehr als 5 dB (A) betrug, in 45,6 % sogar mehr als 15 dB (A).

5.3. Ergebnisse zur 1. Fragestellung

"Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmhörschäden zwischen den verschiedenen Tätigkeitsgebieten innerhalb der holzverarbeitenden Industrie?"

Auf Seite 66 wurde eine Häufigkeitsverteilung der einzelnen Tätigkeiten in der holzverarbeitenden Industrie aufgeführt. Die Tätigkeit in der Verwaltung kann im folgenden nicht weiter berücksichtigt werden, da sie nur 0,24 % des gesamten Kollektivs ausmacht, ebenso wenig die Tätigkeit im Versand (2,3 %), die kaum als typisch für die Holzindustrie gelten kann. Weitere 5 Probanden konnten ebenfalls nicht mit einbezogen werden, da von ihnen nur ein Audiogramm bei Schichtende durchgeführt wurde. Für die verbleibenden 9 Berufsgruppen wurden jeweils eine gemittelte Oktavbandanalyse und eine Lärmklassierung, sowie eine gemittelte und klassierte Hörschwellenkurve getrennt für rechtes und linkes Ohr durchgeführt. Hierbei sei besonders darauf hingewiesen, daß keine sogenannte "Alterskorrektur der Hörschwellenkurve" vorgenommen wurde.

5.3.1. Tätigkeit in Maschinensälen

Die Mehrzahl der von uns untersuchten Probanden arbeitet in Maschinensälen. Dies sind Hallen, in denen sich die verschiedensten holzverarbeitenden Maschinen, über-

wiegend Maschinen zum Spanen, also Sägemaschinen, Möbelmaschinen, Fräsmaschinen, z.T. Bohrmaschinen und Maschinen zum Zusammenfügen und Auftragen haftender Schichten, wie Kantenpressen, Überfurnierpressen und Kantenverleimmaschinen finden. Die durchschnittliche Arbeitszeit in den Maschinensälen lag bei 8 Jahren, das mittlere Alter bei 39,1 Jahren.

Die Arbeiter, die hier tätig sind, waren bei unseren Geräuschmessungen einem mittleren maximalen Schallpegel von 95,3 dB (A) und einem mittleren minimalen Pegel von 87,4 dB (A) ausgesetzt. Hieraus resultierte ein Beurteilungspegel von 92,6 dB (A). Die Arbeit in den Maschinensälen erwies sich damit als lärmintensivste Tätigkeit im Bereich der Holzverarbeitenden Industrie (Auf eine weitere Spezifizierung insbesondere der verschiedenen Tätigkeiten in Maschinensälen wird in Fragestellung 3 eingegangen). Die gemittelten Oktavbandanalyse (Abb. 5) der zeitlich am längsten einwirkenden Pegel innerhalb der Frequenzbänder zeigt ein Bild, das zwar als Breitbandgeräusch angesprochen werden muß, aber eine sichtbare Betonung im Bereich der Mitteltöne aufweist. Die maximalen Schallpegel liegen bei den mittleren Frequenzen von 2 und 1 KHz und weisen Ausschläge von mehr als 84 dB auf. Die Klassierung der Lärmspektren ergab folgende Verteilung:

Breitbandgeräusche in 317 Fällen (89,8 %)

Mittel- und Hochtongeräusche in 20 Fällen (5,7 %)

Tieftongeräusche in 3 Fällen (0,8 %)

Geräusche mit tonalem Beiklang in 13 Fällen (3,7 %)

Abb. 5: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in Maschinensälen

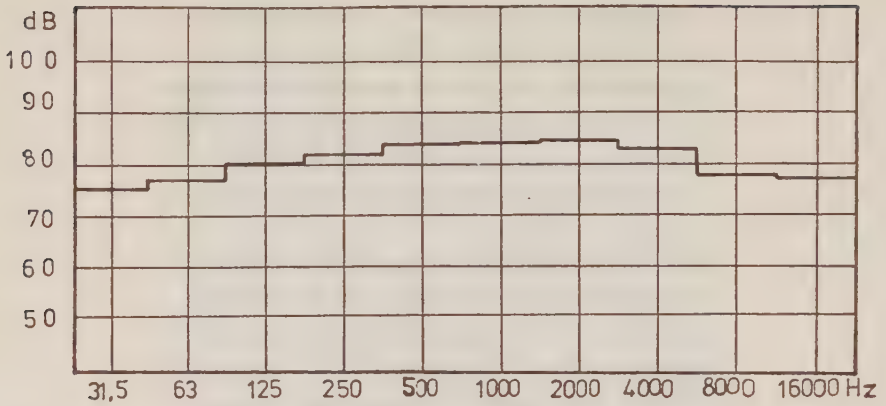
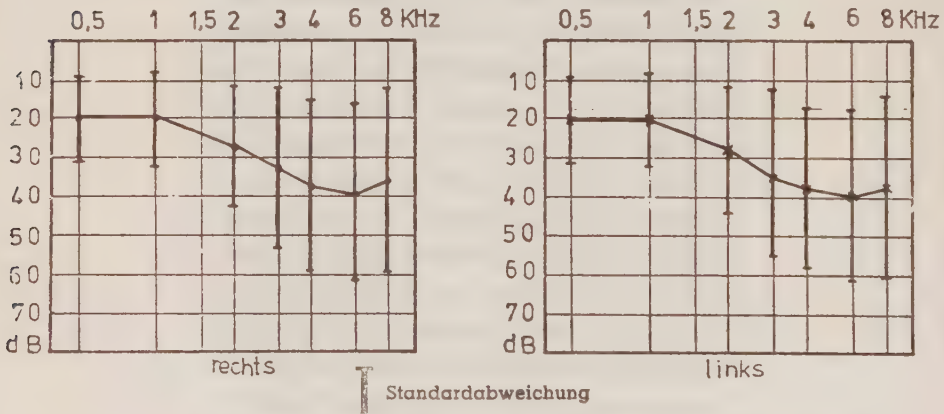


Abb. 6a /b: Mittlere Hörverluste von 353 Beschäftigten in Maschinensälen



Tab. 15 a/b: Klassierung der Audiogramme von 353 Beschäftigten in Maschinensälen

TYP 1	108 (30,59 %)
TYP 2	48 (13,60 %)
TYP 3	67 (18,98 %)
TYP 4	24 (6,80 %)
TYP 5	45 (12,75 %)
TYP 6	61 (17,28 %)

rechts

TYP 1	110 (31,16 %)
TYP 2	31 (8,78 %)
TYP 3	64 (18,13 %)
TYP 4	34 (9,63 %)
TYP 5	52 (14,73 %)
TYP 6	62 (17,56 %)

links

Mehr als 83 % aller nach unserer Definition (Seite 50) gefundenen Mittel- und Hochtongeräusche entfallen hiernach auf die Tätigkeit in den Maschinensälen, was, wie beschrieben, auch in der gemittelten Oktavbandanalyse durch maximale Schallpegelwerte bei 2 und 1 KHz zum Ausdruck kommt.

Nahezu deckungsgleich verlaufen die gemittelten tonaudiometrischen Bilder (Abb. 6 a/b) für das rechte und linke Ohr: horizontaler Verlauf bis 1 KHz mit Hörverlusten um 20 dB, die wohl teilweise durch die zu hohen Prüfraumpegel bedingt sind; anschließender Schrägfall bis zum "Senken"-Tiefpunkt bei 6 KHz, der bei 40 dB liegt und schließlich geringer Anstieg der Schwellenkurve zu 8 KHz.

Tab. 15 a/b zeigt die Klassierung der Audiogramme. Wertet man sie nicht für beide Ohren getrennt, sondern zusammengefaßt aus, so ergibt sich, daß keine oder eine nur ganz unbedeutende Hörschädigung durch Lärm (Typ 1) bei 30,9 % aller im Maschinensaal Tätigen besteht; eine Hörschädigung durch Lärm ohne Beeinträchtigung des Sprachgehörs (Typ 2 - 4) findet sich in 38,0 % der Fälle. Ein Einbruch in das Flüstersprachehörvermögen (Typ 5) erfolgt in 13,7 % der Fälle und eine Lärmschwerhörigkeit mit deutlicher Beeinträchtigung des Sprachgehörs (Typ 6) bei 17,4 % der in den Maschinensälen arbeitenden Personen.

Zwischen den Audiogrammtypen 2 - 4 ist eine weitere Unterscheidung nach dem tonaudiometrischen Bild möglich. Eine vorwiegende Senke bei 6 KHz findet sich, faßt man die Typenauszahlung für rechtes und linkes

Ohr zusammen, in 48,9 % der Fälle, eine vorwiegende Senke bei 4 KHz in 29,5 % der Fälle, eine breite Senke bei 4 und 6 KHz in 21,6 % der Fälle.

5.3.2. Tätigkeit in Montagehallen

Montagehallen finden sich in den großen Möbelfabriken. Hier werden die vorgefertigten und verarbeiteten Platten zum fertigen Möbelstück endmontiert. Wichtigste Maschinen sind die Korpuspressen mit Druckluftnaglern und Bohrmaschinen. In das Geräuschspektrum mischen sich ferner die Hammerschläge. In den Montagehallen lag die durchschnittliche Arbeitszeit bei 4 Jahren, das mittlere Lebensalter bei 35,5 Jahren. In diesem Tätigkeitsbereich ließ sich für eine Zahl von 40 Personen ein Mittelwert zwischen minimalen und maximalen Ausschlägen des Schallpegelmessers nicht abschätzen (s. Seite 78). Es wurde deshalb für diese Gruppe eine gesonderte Auswertung für Maxima und Minima bei der Oktavbandanalyse durchgeführt. Für sie ergab sich ein mittlerer maximaler Schallpegel über das gesamte Spektrum von 99,1 dB (A), ein mittlerer Minimalpegel von 77,5 dB (A) und ein Beurteilungspegel von 91,5 dB (A). Die Frequenzanalyse (Abb. 7) zeigt in der Maximaverteilung ein Breitbandgeräusch mit Betonung der mittleren Frequenzen 0,5, 1 und 2 KHz, wobei bei 1000 Hz mehr als 93 dB erreicht werden; die Minimakurve überschreitet 70 dB in keiner Oktave.

Dagegen liegt die Gesamtschallintensität in der größeren Gruppe, bei der in der Lärmmessung Mittelwerte abzuschätzen waren, niedriger: Maximum: 89,8 dB (A), Minimum 74,4 dB (A), Beurteilungspegel 84,6 dB (A).

Abb. 7: Mittlere Oktav-Frequenzspektren in Montagehallen

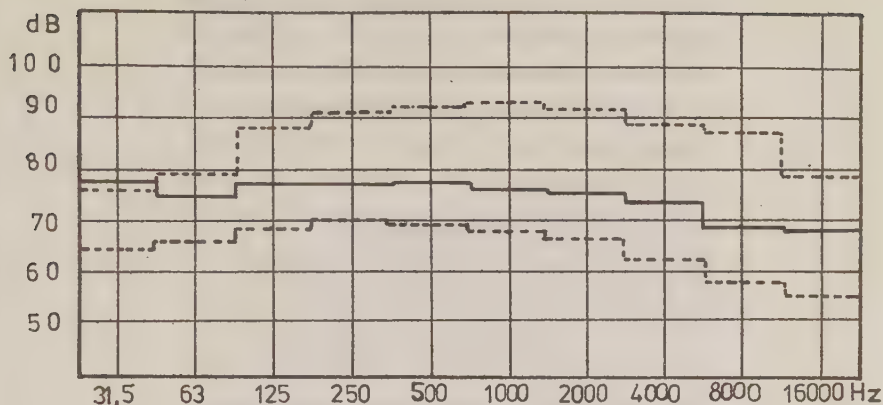
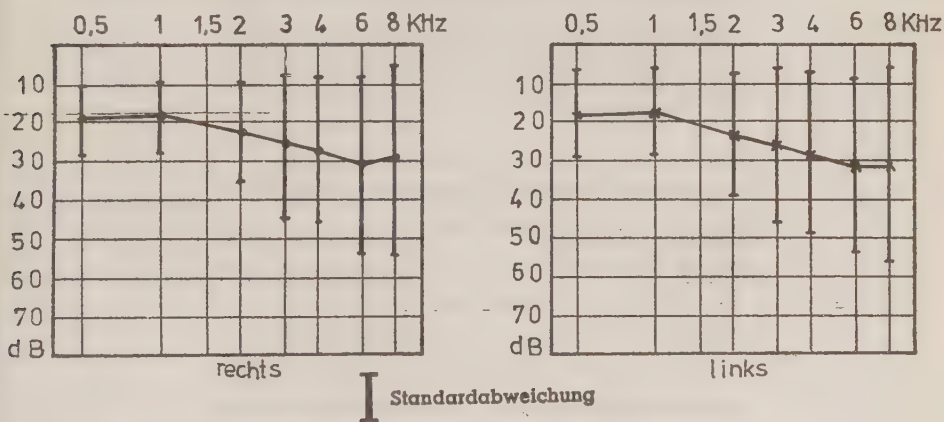


Abb. 8 a/b: Mittlere Hörverluste von 94 Beschäftigten in Montagehallen



Tab. 16 a/b: Klassierung der Audiogramme von 94 Beschäftigten in Montagehallen

TYP 1	51 (54,26 %)	rechts
TYP 2	5 (5,32 %)	
TYP 3	14 (14,89 %)	
TYP 4	9 (9,57 %)	
TYP 5	7 (7,45 %)	
TYP 6	8 (8,51 %)	

TYP 1	49 (52,12 %)	links
TYP 2	7 (7,45 %)	
TYP 3	12 (12,77 %)	
TYP 4	5 (5,32 %)	
TYP 5	12 (12,77 %)	
TYP 6	9 (9,57 %)	

Die Oktavbandanalyse (Abb. 7) zeigt einen Verlauf, der abgesehen von den tiefen Frequenzen bis mf 125 Hz nahezu parallel zwischen der Minima- und Maximakurve der 1. Gruppe liegt. Bei insgesamt 92 Lärmmessungen über das gesamte Spektrum ergab sich in der Klassierung folgende Verteilung:

Breitbandgeräusch in 87 Fällen (97,5 %)

Mittel- und Hochtongeräusch in 3 Fällen (3,3 %)

Tieftongeräusch in 1 Fall (1,1 %)

Geräusch mit tonalem Beiklang in 1 Fall (1,1 %).

Auch hier zeigen die Audiogramme des rechten und linken Ohres (Abb. 8 a/b) kaum Differenzen. Die Senkenmaxima finden sich nach Schrägabfall von 1 KHz ab angedeutet bei 6 KHz und liegen zwischen 30 und 31 dB. Wertet man Tab. 16 a/b für beide Ohren zusammengefaßt aus, ergibt sich:

Typ 1	:	in 53,2 % der Fälle,
Typ 2 - 4	:	in 27,7 % der Fälle,
Typ 5	:	in 10,1 % der Fälle,
Typ 6	:	in 9,0 % der Fälle.

Die Differenzierung nach den тонаudiometrischen Bild zwischen Typ 2 - 4 zeigt, daß in 30 % eine vorwiegende Senke bei 6 KHz besteht, während vorwiegende Senken bei 4 KHz und eine breitere Senke bei 4 und 6 KHz nahezu gleich oft vorliegen.

5.3.3. Tätigkeit in Sägewerken

Die Sägewerke, die in den von uns untersuchten Betrieben immer nur Teil einer bestimmten Betriebsart wie Stuhlfabrik etc. waren, liegen aus praktischen Gründen meist zum größten Teil im Freien. In diesem Teil besteht also keine Gefährdung des Gehörs durch Schallreflexion von den Wänden. Hier werden die geschälten oder ungeschälten Baumstämme in Bretter zersägt. Dies erfolgt durch das Vertikalgatter. Daneben finden sich dort auch verschiedene Sägemaschinen, zumeist Kapp- oder Pendelsägen, die Bretter durch Querschnitt weiter verkleinern.

In den Sägewerken lag die durchschnittliche Expositionsdauer bei rund 10 LAJ, das mittlere Alter bei 41,3 Jahren. Die maximale A-bewertete Gesamtintensität wies 94,2 dB, der minimale 88,5 dB und der Beurteilungsspiegel 92,2 dB auf.

Die Frequenzanalyse (Abb. 9) zeigt ein Breitbandgeräusch, dessen Schallpegelmaximum zwar in der mittleren Frequenz von 2 KHz bei 84,3 dB liegt, aber in den tiefen Tönen nur um wenig abweicht, während zu den hohen Tönen ein deutlicher Abfall besteht.

Folglich findet sich in der Lärmklassenbildung auch kein Mittel- oder Hochtongeräusch. Es resultierten:

Ein Breitbandgeräusch in 60 Fällen (93,8 %),
ein Tieftongerausch in 2 Fällen (3,1 %),
ein Geräusch im tonalen Beiklang in 2 Fällen (3,2 %).

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 10 a/b) zeigen einen der Tätigkeit der Arbeiter in den Maschinensälen ver-

Abb. 9: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in Sägewerken

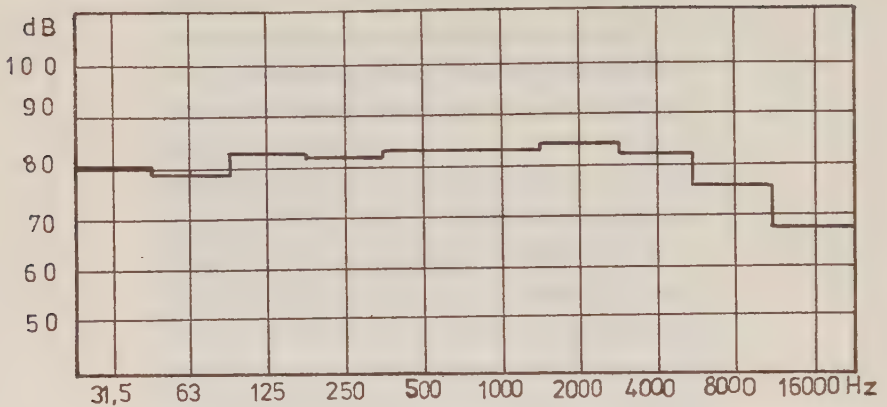
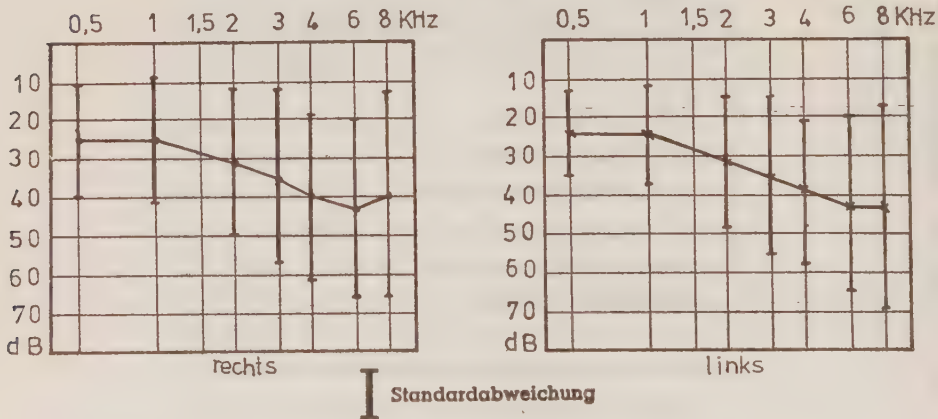


Abb. 10 a/b: Mittlere Hörverluste von 64 Beschäftigten in Sägewerken



Tab. 17 a/b: Klassierung der Audiogramme von 64 Beschäftigten in Sägewerken

TYP 1	20 (32,25 %)	rechts
TYP 2	8 (12,50 %)	
TYP 3	10 (15,63 %)	
TYP 4	5 (7,81 %)	
TYP 5	9 (14,06 %)	
TYP 6	12 (18,75 %)	

TYP 1	19 (29,69 %)	links
TYP 2	6 (9,38 %)	
TYP 3	9 (14,06 %)	
TYP 4	8 (12,50 %)	
TYP 5	5 (7,81 %)	
TYP 6	17 (26,56 %)	

gleichbaren Verlauf, liegen aber in jeder Frequenz 2 - 4 dB ungünstiger. Die Audiogrammklassierung (Tab. 17 a/b) ergab zusammengefaßt für beide Ohren:

Typ 1	:	in 30,5 % der Fälle,
Typ 2 - 4	:	in 35,9 % der Fälle,
Typ 5	:	in 10,9 % der Fälle,
Typ 6	:	in 22,7 % der Fälle.

Wiederum bestehen prozentual vergleichbare Verhältnisse zu den Audiogrammklassen in den Maschinenräumen, wobei dort allerdings die Typen 2 - 5 stärker, in den Sägehallen der Typ 6 stärker repräsentiert ist. Innerhalb der Audiogrammtypenklassen 2 - 4 überwiegt erneut die vorwiegende Senke bei 6 KHz mit 41,3 % der Fälle gegenüber der vorwiegenden Senke bei 4 KHz (30,4 %) und der breiten Senke (28,3 %).

5.3.4. Tätigkeit in Schleifabteilungen

Schleifabteilungen finden sich vorwiegend in den Stuhlfabriken. Hauptsächliche Lärmquellen sind Bandschleif- und Doppelbandschleifmaschinen, die nicht selten Eigenkonstruktion der Firmen und auf das spezielle Programm hin ausgerichtet sind. Daneben kommen in geringerem Umfang auch andere Schleif- und Poliermaschinen (z.B. Zylinder-, Planschleifmaschinen) vor.

Die Tätigkeit der Arbeiter in den Schleifabteilungen erstreckte sich auf durchschnittlich 12 Lärmarbeitsjahre, das mittlere Lebensalter lag bei 37,3 Jahren.

Das Maximum der Gesamtintensität betrug 88,5 dB (A), das Minimum 84,8 dB (A) und der Beurteilungspegel 87,2 dB (A).

Die Spektralanalyse (Abb. 11) zeigt ein breitbandiges Geräusch mit Mittelwertpegeln, die im Bereich der Mittelfrequenz 125 bis 2000 Hz zwischen 79,9 und 82,9 dB liegen.

Dementsprechend ergibt sich auch die Lärmspektrenklassierung bei 37 über die gesamte Frequenz durchgeführten Messungen in 91,9 % der Fälle ein Breitbandgeräusch und in 8,1 % ein Tieftongeräusch.

Im Vergleich der gemittelten Audiogramme von rechtem und linkem Ohr (Abb. 12 a/b) fällt auf, daß rechts die "c⁵-Senke" bei 6000 Hz gegenüber links deutlich wird. Dies zeigt sich auch in Tab. 18 a/b, wo der Audiogrammtyp 3 fast doppelt so häufig für das rechte Ohr ermittelt wurde. Beide Ohren zusammengefaßt, findet sich nachfolgender Befund:

Typ 1 tritt auf in 36,8 % der Fälle,

Typ 2 - 4 tritt auf in 48,7 % der Fälle,

Typ 5 tritt auf in 6,6 % der Fälle,

Typ 6 tritt auf in 7,9 % der Fälle.

Innerhalb der Typen 2 - 4 machen die Senken bei vorwiegend 6 KHz 54,0 %, die bei vorwiegend 4 KHz 29,7 % und die breiten Senken 16,2 % aus.

Abb. 11: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in Schleifabteilungen

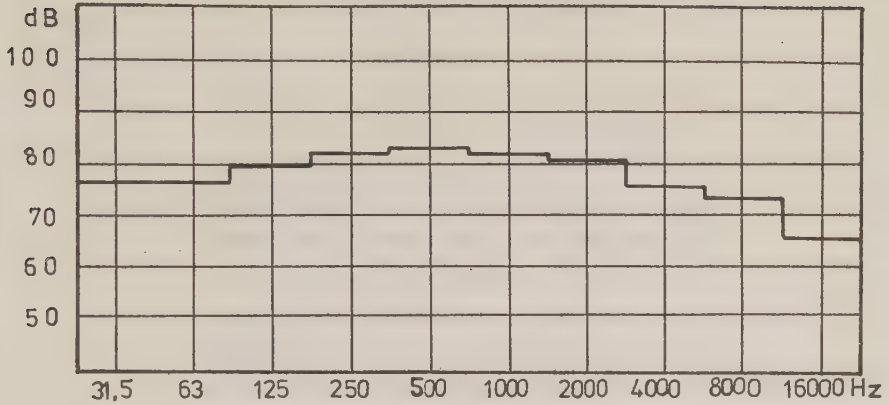
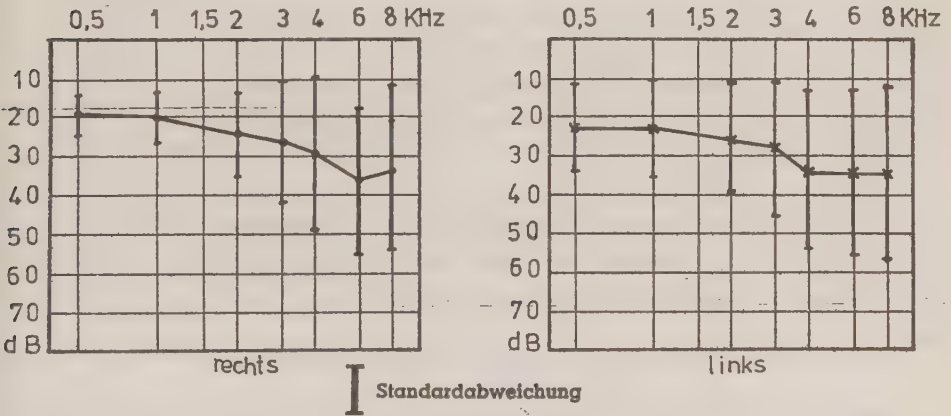


Abb. 12 a/b: Mittlere Hörverluste von 38 Beschäftigten in Schleifabteilungen



Tab. 18 a/b: Klassierung der Audiogramme von 38 Beschäftigten in Schleifabteilungen

TYP 1	13 (34,21 %)	rechts
TYP 2	5 (13,16 %)	
TYP 3	13 (34,21 %)	
TYP 4	3 (7,89 %)	
TYP 5	1 (2,63 %)	
TYP 6	3 (7,89 %)	

TYP 1	15 (39,47 %)	links
TYP 2	6 (15,79 %)	
TYP 3	7 (18,42 %)	
TYP 4	3 (7,89 %)	
TYP 5	4 (10,53 %)	
TYP 6	3 (7,89 %)	

5.3.5. Tätigkeit in Bohrabteilungen

Eine separate Bohrabteilung existierte nur in einem Betrieb, einem großen Wohnmöbelwerk. Ansonsten fanden sich die Bohrmaschinen mit in den Maschinensälen und Montagehallen. Für unser Kollektiv lag die Lärmexpositionszeit bei durchschnittlich 5 LAJ, das mittlere Lebensalter betrug 32,0 Jahre. Einem Maximalpegel, bezogen auf das gesamte Frequenzspektrum von 91,7 dB (A) und einem Minimalpegel von 84,6 dB (A) stand ein Beurteilungspegel von 89,6 dB (A) gegenüber. Die Oktavbandanalyse (Abb. 13) zeigt zwar eine deutlich stärkere Betonung der mittleren und hohen Frequenzen, die bei 4 KHz mit 84,6 dB das Pegel-Maximum erreichen, kann aber nach streng gewählten Maßstäben kaum als Mittel- oder Hochtongeräusch bezeichnet werden. Das spiegelt sich wieder in der Lärmklassenbildung, in der sämtliche 10 Messungen (100 % der Fälle) den Breitbandgeräuschen zugeordnet wurden.

In den gemittelten Audiogrammen (Abb. 14 a/b) liegen die Tonschwellen für 3 KHz beiderseits unter 20 dB, für 4 und 6 KHz beiderseits unter 30 dB.

Folglich haben auch nach der Audiogrammklassenbildung (Tab. 19) 60 % der Arbeiter Typ 1 und 40 % Typ 2 - 4. Eine Schädigung, die einen Einbruch in das Flüstersprachegehör bedeutet hätte, fand sich in keinem der Fälle.

5.3.6. Tätigkeit in Furnierabteilungen

Die Bearbeitung von hochwertigen Hölzern zu Furnieren erfolgt durch Furniermessermaschinen, die das Furnier im

Abb. 13: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in Bohrabteilungen

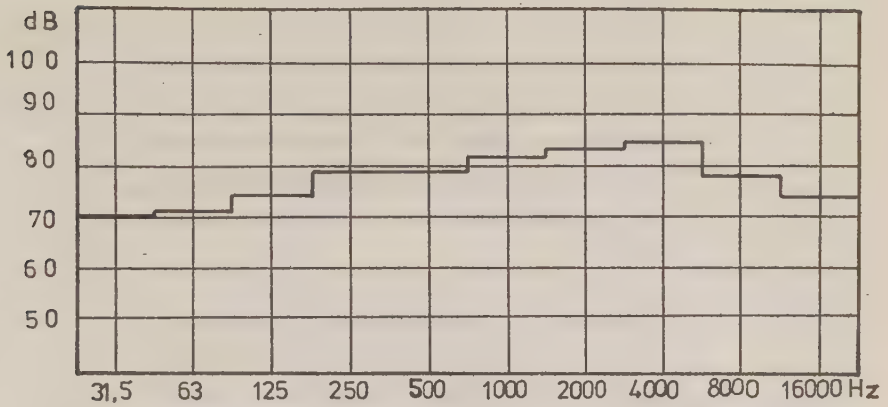
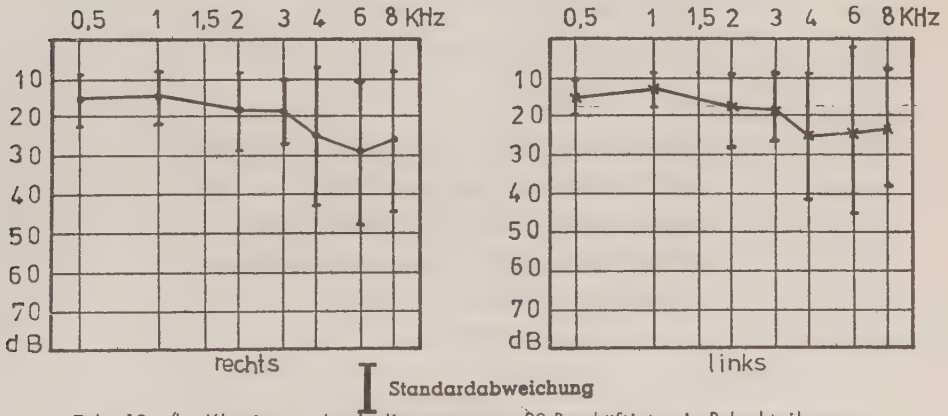


Abb. 14 a/b: Mittlere Hörverluste von 38 Beschäftigten in Bohrabteilungen



Tab. 19 a/b: Klassierung der Audiogramme von 38 Beschäftigten in Bohrabteilungen

TYP 1	6 (60,00 %)	rechts
TYP 2	1 (10,00 %)	
TYP 3	2 (20,00 %)	
TYP 4	1 (10,00 %)	
TYP 5	o ---	
TYP 6	o ---	

TYP 1	6 (60,00 %)	links
TYP 2	3 (30,00 %)	
TYP 3	1 (10,00 %)	
TYP 4	o ---	
TYP 5	o ---	
TYP 6	o ---	

Längsschnitt von Stämmen abheben oder durch Furnier-
rundschalmaschinen, die die Furniere von kurzen Stäm-
men von radial her (vergleichbar einem Bleistiftanspitzer)
abtrennen. Anschließend kommen die Furniere in den Fur-
nietrockner und werden schließlich zu den erforderlichen
Breiten zusammengeheftet, geklebt und mittels Furnier-
luftscheren oder mechanischen Furnierscheren querge-
teilt.

Die durchschnittliche Lärmexposition für Arbeitnehmer in
den Furnierabteilungen lag bei 9 Jahren, das mittlere Le-
bensalter bei 37,9 Jahren. Wie schon in den Montagehal-
ten ließ sich hier bei 17 Personen wegen des impulsähn-
lichen Geräuschcharakters ein Mittelwert bei der Lärm-
messung nicht abschätzen. Für diese Gruppe wurde des-
halb ein gemittelter Maximum- und Minimumpegel bei der
Frequenzanalyse bestimmt.

Der mittlere Maximalpegel für die gesamte Beschallung
lag in der kleineren Gruppe bei 91,1 dB (A), der Mini-
malpegel bei 83,1 dB (A) und der Beurteilungspegel bei
91,7 dB (A). Diesen Werten standen in der Restgruppe ge-
genüber: dB (A)-Maximum: 89,8, dB (A)-Minimum: 82,3 ,
Beurteilungspegel: 87,2 dB (A).

Betrachtet man das Frequenzspektrum (Abb. 15), so fällt
auf, daß zum einen in allen Fällen Breitbandgeräusche
vorliegen, wobei diesmal allerdings die tiefen Frequen-
zen den Hauptanteil der Schallenergie ausmachen, zum
anderen, daß die Minimumwerte der kleineren Gruppe von
der mf. 125 ab praktisch deckungsgleich mit dem Spektrum
der zeitlich am längsten einwirkenden Pegel verlaufen.
Diese Übereinstimmung kann damit erklärt werden, daß

Abb. 15: Mittlere Oktav-Frequenzspektren in Furnierabteilungen

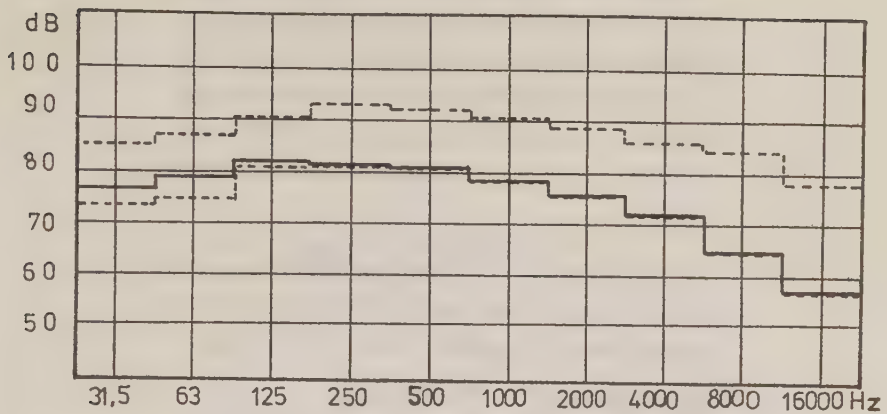
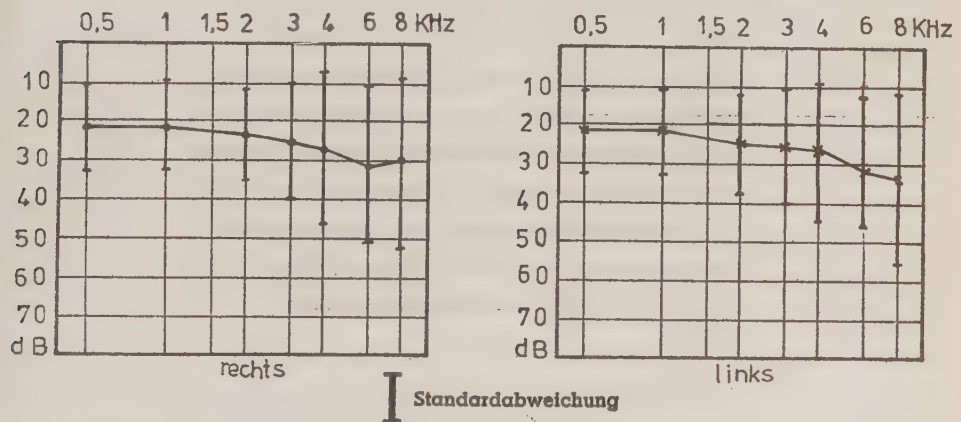


Abb. 16 a/b: Mittlere Hörverluste von 105 Beschäftigten in Furnierabteilungen



Tab. 20 a/b: Klassierung der Audiogramme von 105 Beschäftigten in Furnierabteilungen

TYP 1	57 (54,29 %)
TYP 2	5 (4,76 %)
TYP 3	18 (17,14 %)
TYP 4	8 (7,62 %)
TYP 5	12 (11,43 %)
TYP 6	5 (4,76 %)

rechts

TYP 1	48 (45,71 %)
TYP 2	8 (7,62 %)
TYP 3	21 (20,00 %)
TYP 4	8 (7,62 %)
TYP 5	9 (8,57 %)
TYP 6	11 (10,48 %)

links

in manchen Furnierabteilungen Furniertrockner (Fragestellung 3), die einen kontinuierlichen Dauerlärm erzeugen, allein als Hauptlärmquelle verantwortlich sind, während in anderen Furnierabteilungen diese durch Furniertrockner hervorgerufenen Geräusche von anderen, impulsähnliche Geräusche hervorrufenden Maschinen kurzzeitig überlagert werden.

Die stärkere Betonung der tiefen Töne im Breitbandgeräusch der Oktavanalyse kommt auch in der Klassierung des Lärms zum Ausdruck: Hier finden sich ein

Breitbandgeräusch in 73 Fällen (69,5 %)

ein Mittel- und Hochtongeräusch in 0 Fällen (0,0 %)

ein Tieftongeräusch in 26 Fällen (24,8 %)

ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 6 Fällen (5,7 %).

Dem hohen Anteil an weniger gehörschädlichen Tieftongeräuschen entsprechend verlaufen auch die gemittelten Audiogrammkurven (Abb. 16 a/b) günstiger als in den meisten der anderen Tätigkeitsgruppen. Läßt man hier einmal den Abfall auf dem linken Ohr bei 8 KHz außer acht (keine Alterskorrektur!), dann wird bei 6 KHz auf beiden Ohren ein "Senkentiefpunkt" erreicht, der zwischen 30 und 31 dB (A) liegt.

Wertet man die Audiogrammklassierung, die aus Tab. 20 a/b zu entnehmen ist, für beide Ohren zusammengefaßt aus, ergibt sich ein Auftreten von

Typ 1	:	in 50,0 % der Fälle,
Typ 2 - 4	:	in 32,4 % der Fälle,
Typ 5	:	in 10,0 % der Fälle,
Typ 6	:	in 7,6 % der Fälle.

Die tonaudiometrische Differenzierung innerhalb der Typen 2 - 4 zeigt eine vorwiegende Senke bei 6 KHz in 57,4 %, eine vorwiegende Senke bei 4 KHz in 19,1 % und eine breite Senke bei 4 und 6 KHz bei 23,5 % der Fälle.

5.3.7. Tätigkeit in Lackierabteilungen

Die Arbeitszeit in den "Lackstraßen" der großen Möbelfirmen lag im Mittel bei 5 Jahren, das Lebensalter bei 32,7 Jahren. Der hier vorwiegend von den Exhaustoren (Gebläse zum Absaugen von Luft, Gas, Staub und Spänen), weniger von den Einbrennanlagen hervorgerufene Lärm lag beim Erfassen des gesamten Frequenzganges im Maximum bei 84,5 dB (A), im Minimum bei 81,5 dB (A) und im Beurteilungspegel bei 83,5 dB (A). Die Frequenzanalyse (Abb. 17) zeigt, wenn man unsere Definition (s. Seite 50) hierfür anwendet, ein Tieftongeräusch, wobei das Maximum mit 81,5 dB bei der Mittenfrequenz von 500 Hz liegt. Dementsprechend sind in der Lärmklassenbildung die Breitbandgeräusche gegenüber den Tieftongeräuschen in der Minderheit. Insgesamt ergab sich folgende Verteilung:

Breitbandgeräusche in 13 Fällen (32,5 %)

Mittel- und Hochtongeräusche in 0 Fällen (0,0 %)

Tieftongeräusche in 26 Fällen (65,0 %)

Geräusche im tonalen Beiklang in 1 Fall (2,5 %)

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 18 a/b) dieser Tätigkeitsgruppe sind infolge der relativ niedrigen Gesamtintensität des Lärms und der vorherrschenden Tieftongeräusche neben denen der statistisch etwas kleinen Gruppe

Abb. 17: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in Lackierabteilungen

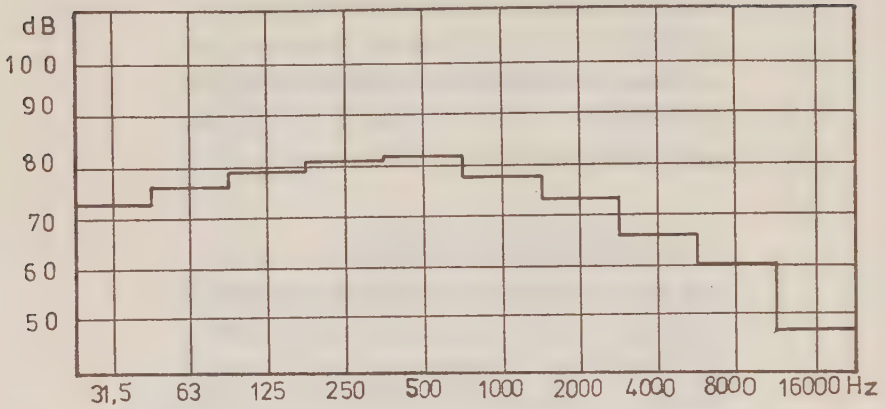
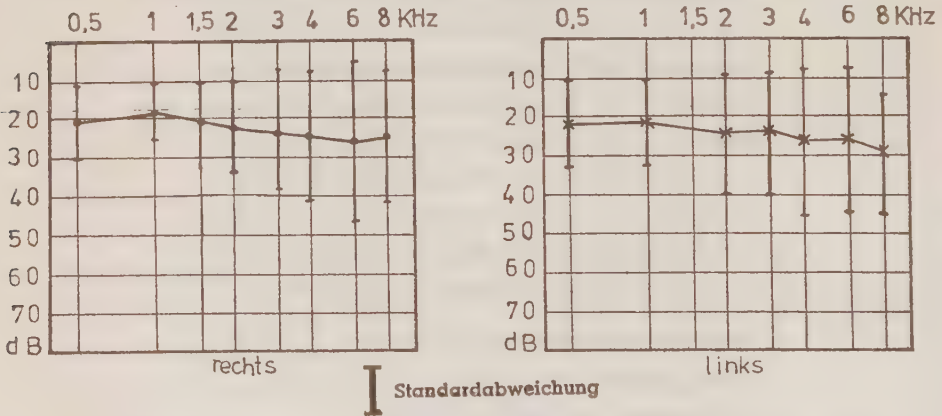


Abb. 18 a/b: Mittlere Hörverluste von 40 Beschäftigten in Lackierabteilungen



Tab. 21 a/b: Klassierung der Audiogramme von 40 Beschäftigten in Lackierabteilungen

TYP 1	23 (57,50 %)	rechts
TYP 2	3 (7,50 %)	
TYP 3	7 (17,50 %)	
TYP 4	2 (5,00 %)	
TYP 5	3 (7,50 %)	
TYP 6	2 (5,00 %)	

TYP 1	22 (55,00 %)	links
TYP 2	3 (7,50 %)	
TYP 3	7 (17,50 %)	
TYP 4	3 (7,50 %)	
TYP 5	1 (2,50 %)	
TYP 6	4 (10,00 %)	

der Bohrabteilung als die besten zu bezeichnen. Eine Senkenbildung ist nicht erkennbar. Bis einschließlich 6 KHz wird eine Tonschwelle von 26,6 dB nicht überschritten. Eine exaktere Aufschlüsselung findet sich in Tab. 21 a/b. Beide Ohren zusammengefaßt tritt

Typ 1	in	56,25 % ,
Typ 2 - 4	in	31,25 % ,
Typ 5	in	5,00 % ,
Typ 6	in	7,5 % der Fälle auf.

Innerhalb der Typen 2 - 4 überwiegt wiederum die vorwiegende Senke bei 6 KHz (56 %), vor der vorwiegenden Senke bei 4 KHz (24 %) und der breiteren Senke (20 %).

5.3.8. Nicht maschinelle, manuelle Tätigkeiten

Der letzte beschriebene Tätigkeitsbereich umfaßt eine etwas inhomogene Gruppierung. Hier mußten aus praktischen Gründen nicht an Maschinenarbeit gebundene Hilfsdienstleistungen zusammengefaßt werden. Es handelt sich dabei vor allem um die Tätigkeiten Kantenputzen, Kantenausbessern und Kleiderbügelauslesen; allerdings dürften ca. 80 % dieses Kollektives die Kantenputzer ausmachen. Der Zweck des Kantenputzens wird auf Seite 127 beschrieben. Die durchschnittliche Arbeitszeit betrug 5 Jahre, das Lebensalter lag bei 35,8 Jahren.

Die Pegel des Gesamtfrequenzganges lagen zwischen 86,2 und 79,0 dB (A), woraus ein Beurteilungspegel von 83,8 dB (A) resultierte. Die Oktavbandanalyse (Abb. 19)

Abb. 19: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum bei nichtmaschinellen Tätigkeiten

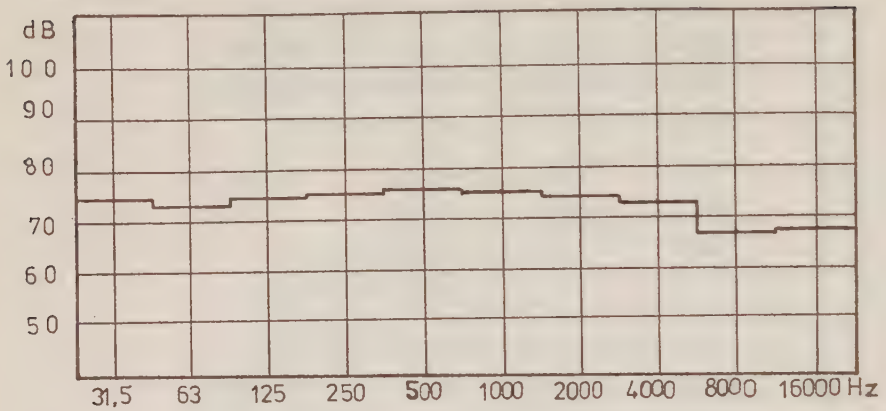
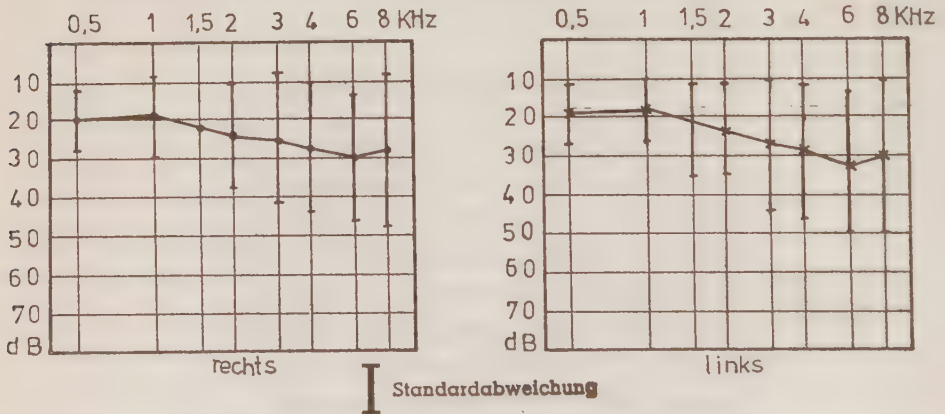


Abb. 20 a/b: Mittlere Hörverluste von 94 Beschäftigten mit nichtmaschinellen Tätigkeiten



Tab. 22 a/b: Klassierung der Audiogramme von 94 Beschäftigten mit nichtmaschinellen Tätigkeiten

TYP 1	41 (43,62 %)	rechts
TYP 2	10 (10,64 %)	
TYP 3	16 (17,02 %)	
TYP 4	10 (10,64 %)	
TYP 5	6 (6,38 %)	
TYP 6	11 (11,70 %)	

TYP 1	43 (45,74 %)	links
TYP 2	9 (9,57 %)	
TYP 3	17 (18,09 %)	
TYP 4	6 (6,38 %)	
TYP 5	9 (9,57 %)	
TYP 6	10 (10,64 %)	

zeigt ein Breitbandgeräusch, das sich bis zur mittleren Frequenz von 4 KHz um 75 dB bewegt und in seiner Intensität etwa dem Breitbandlärm in den Montagehallen entspricht.

Die Lärmklassenbildung zeigte bei 91 Lärmanalysen
ein Breitbandgeräusch in 86 Fällen (94,5 %)
ein Mittel- und Hochtongeräusch in 1 Fall (1,1 %)
ein Tieftongeräusch in 2 Fällen (2,2 %)
ein Geräusch im tonalen Beiklang in 2 Fällen (2,3 %).

Auch die gemittelten Audiogramme (Abb. 20 a/b) - die Hörverluste des linken Ohres sind geringfügig größer - haben entsprechend der vergleichbaren Lärmintensität und dem nahezu gleich hohen prozentualen Anteil an Breitbandgeräuschen große Ähnlichkeit mit denen der Arbeiter in den Montagehallen. Dagegen differiert die Audiogrammtypverteilung (Tab. 22). Fassen wir wieder die Klassierung für beide Ohren zusammen, so kommt es zu:

Typ 1	in	44,7 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in	36,2 % der Fälle,
Typ 5	in	8,0 % der Fälle,
Typ 6	in	11,2 % der Fälle.

Innerhalb der Typengruppe 2 - 4 nimmt wiederum Typ 3, also die vorwiegende Senkenbildung bei 6 KHz, mit 48,5 % den ersten Platz ein, gefolgt von der vorwiegenden Senke bei 4 KHz (27,9 %) und der breiten Senke (23,5 %).

5.3.9. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur

1. Fragestellung

Tabelle 3 a im Anhang faßt noch einmal für jede Tätigkeit innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie die beobachteten Häufigkeiten der Audiogrammtypen zusammen, wobei bei Typ 2, Typ 3 und Typ 4 wegen ihrer gleich zu bewertenden Hörverluste als Einheit betrachtet wurden. Hieraus ergeben sich die bei statistischer Gleichverteilung erwarteten Häufigkeiten f_e (Tab. 3 b im Anhang) nach:

$$f_e = \frac{z \cdot x \cdot s}{n}$$

z = Zeilensumme

s = Spaltensumme

n = Gesamtzahl der Audiogramme

Tabelle 3 c (Anhang) zeigt dann die "Einzelchiquadratwerte".

$$\chi^2 = \frac{(f_e - f)^2}{f_e}$$

Liegt der "Einzel- χ^2 -wert" zwischen 3,84 und 6,6, besteht Signifikanz auf dem 5%-Niveau, liegt er zwischen 6,65 und 10,80 besteht Signifikanz auf dem 1%-Niveau und ist er größer als 10,80 besteht Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau.

Die hieraus resultierenden Signifikanzverhältnisse zeigt Tab. 23.

Tab. 23: Signifikante Häufigkeiten der Audiogrammtypen für die verschiedenen Tätigkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie (χ^2 -Mehrfachanordnung)

Tätigkeit	Audiogramm- Typ 1	Audiogramm- Typ 2 - 4	Audiogramm- Typ 5	Audiogramm- Typ 6
in Maschinensdlen	- SSS	NS	+ S	+ S
in der Montage	+ SS	NS	NS	NS
in Sägewerken	NS	NS	NS	+ S
in Schleifabteilungen	NS	NS	NS	NS
in Bohrabteilungen	NS	NS	NS	NS
in Furnierabteilungen	+ SS	NS	NS	- S
in Lackierabteilungen	+ SS	NS	NS	NS
nichtmaschinelle Tätigkeit	NS	NS	NS	NS

NS = keine Signifikanz
 S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau
 SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau
 SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau
 + = signifikant größere Häufigkeit
 - = signifikant geringere Häufigkeit

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,001$ % findet sich in Maschinensälen eine höchst signifikant geringere Häufigkeit Normalhörender gegenüber der bei statistischer Gleichverteilung erwarteten Häufigkeit. Auch die Arbeiter mit Hörverlusten, die einem Einbruch in das Flüstersprachegehör gleichkommen, finden sich hier signifikant häufiger. Ferner kommt hier eine mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit ebenso wie in den Sägewerken signifikant häufiger vor. In den Montagehallen, Lackierabteilungen und Furnierabteilungen besteht ein sehr signifikant häufigeres Vorkommen Normalhörender, wobei die "echte" Lärmschwerhörigkeit bei der letztgenannten Abteilung sogar signifikant geringer ist, als es bei statistischer Gleichverteilung zu erwarten gewesen wäre.

5.4. Ergebnisse zur 2. Fragestellung

"Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmherschäden zwischen den verschiedenen Betriebsarten (Industriezweige) innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie?"

Die Anzahl der untersuchten Personen innerhalb der Betriebsarten findet sich auf Seite 66. 5 Probanden, bei denen nur ein Audiogramm bei Schichtende durchgeführt werden konnte, können in die Fragestellung nicht einbezogen werden. Da die Betriebsart "Särge, Schuhleisten, Holzmehl" nicht repräsentativ ist, wurde auf sie bei der folgenden Darstellung verzichtet.

5.4.1. Stuhlfabriken

Die Gesamtintensität betrug: dB (A) max: 90,7

dB (A) min: 85,2

Beurteilungspegel: 88,6 dB (A)

Das gemittelte Frequenzspektrum (Abb. 21) zeigt ein Breitbandgeräusch mit einer Intensität zwischen 76 und 81 dB, das nur in der mf von 8 und 16 KHz deutlich abfällt. Die Lärmspektrumklassierung erbrachte ein:

Breitbandgeräusch in 89 Fällen (89,9 %),

Mittel- und Hochtongeräusch in 1 Fall (1,0 %),

Tieftongeraus ch in 5 Fällen (5,1 %),

Geräusch mit tonalem Beiklang in 4 Fällen (4,0 %).

Die gemittelten Schwellenaudiogramme (Abb. 22 a/b) zeigen auf dem linken Ohr bei sonstiger Übereinstimmung für 4 und 6 KHz einen gering besseren Befund, wobei auf beiden Ohren in diesen Frequenzen die Hörschwelle grösser als 40 dB ist. Dies etwas bessere Ergebnis des linken Ohres findet sich auch in den klassierten Audiogrammen (Tab. 24 a/b), in denen der Typ 1 (also keine Hörschädigung) um 5 % häufiger und der Typ 6 (Lärmschwerhörigkeit) um 3 % seltener auftritt.

Faßt man beide Ohren zusammen, kommt es zum Auftreten von

Typ 1	in	27,8 % der Fälle,
-------	----	-------------------

Typ 2 - 4	in	34,3 % der Fälle,
-----------	----	-------------------

Typ 5	in	16,2 % der Fälle,
-------	----	-------------------

Typ 6	in	21,7 % der Fälle.
-------	----	-------------------

Innerhalb der Typen 2 - 4, in denen eine Differenzierung der Hochtonsenke möglich ist, findet sich eine vor-

Abb. 21: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Stuhlmöbelindustrie

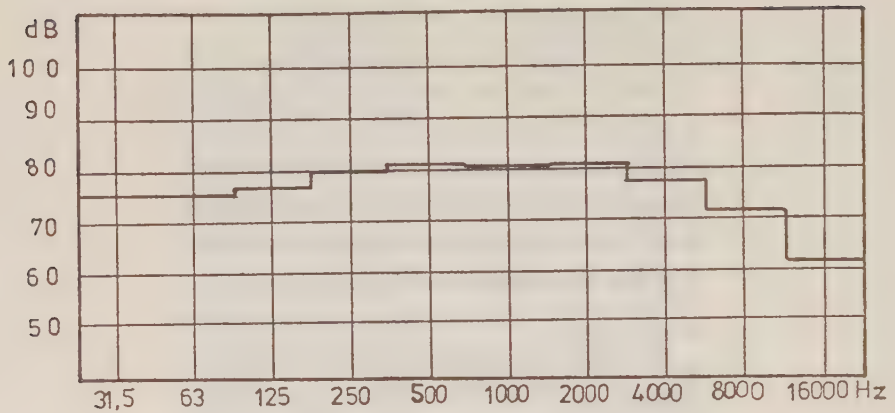
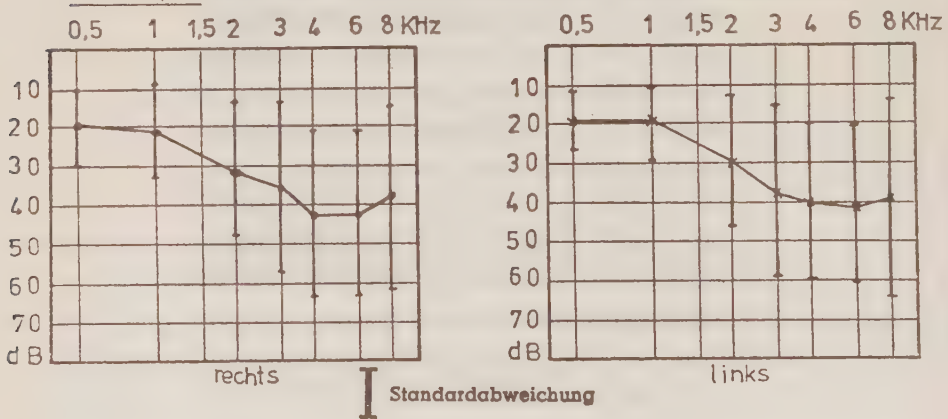


Abb. 22 a/b: Mittlere Hörverluste von 99 Beschäftigten in der Stuhlmöbelindustrie



Tab. 24 a/b: Klassierung der Audiogramme von 99 Beschäftigten in der Stuhlmöbelindustrie

TYP 1	25 (25,25 %)
TYP 2	19 (19,19 %)
TYP 3	14 (14,14 %)
TYP 4	6 (6,06 %)
TYP 5	12 (12,12 %)
TYP 6	23 (23,23 %)

rechts

TYP 1	30 (30,30 %)
TYP 2	9 (9,09 %)
TYP 3	11 (11,11 %)
TYP 4	9 (9,09 %)
TYP 5	20 (20,20 %)
TYP 6	20 (20,20 %)

links

wiegende Senke bei 4 KHz in 41,2 % der Fälle, eine vorwiegende Senke bei 6 KHz in 36,8 % der Fälle und eine breite Senke bei 4 und 6 KHz in 22,0 % der Fälle.

5.4.2. Dachträgerindustrie

Die gemittelte Gesamtintensität betrug:

dB (A) max: 95,3

dB (A) min: 89,2

Beurteilungspegel: 93,2 dB (A)

Die gemittelte Oktavbandanalyse (Abb. 23) zeigt ein Breitbandgeräusch mit maximalen Ausschlägen bei 1 und 2 KHz, die zwischen 85 und 86 dB liegen. Erst bei 16 KHz beginnt ein starker Abfall um 10 dB.

Infolgedessen brachte auch die Lärmklassenbildung zu 100 % Breitbandgeräusche. Die gemittelten Audiogramme (Abb. 24) a/b) zeigen einen Schrägabfall rechts durchgehend bis 8 KHz, links bis 3 KHz mit anschließender breiter Senkenbildung. Insgesamt zeigt aber das linke Ohr eine größere Hörschädigung, was auch aus Tab. 25 a/b hervorgeht. Faßt man die Audiogrammklassierung für beide Ohren zusammen, kommt es zum Auftreten von

Typ 1	in	15,6 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in	46,9 % der Fälle,
Typ 5	in	7,8 % der Fälle,
Typ 6	in	29,7 % der Fälle.

Innerhalb der Typen 2 - 4 überwiegt die vorwiegende Senke bei 6 KHz mit 46,7 % vor der breiten Senke bei 4 und 6 KHz mit 36,7 % und der vorwiegenden Senke bei 4 KHz mit 16,7 %.

Abb. 23: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Dachträgerindustrie

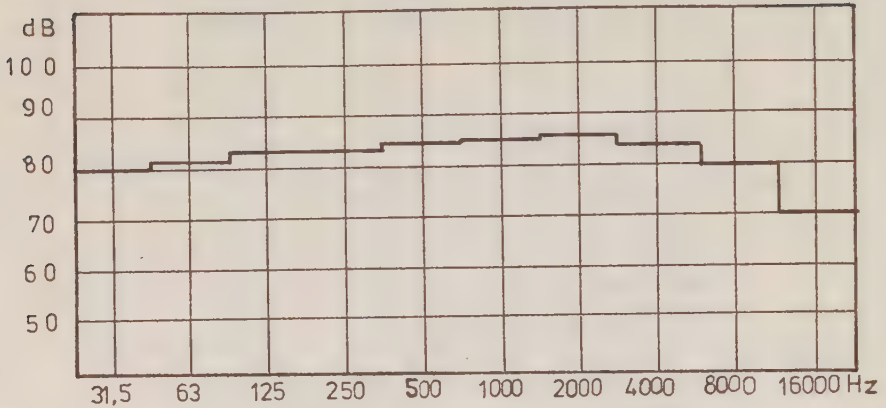
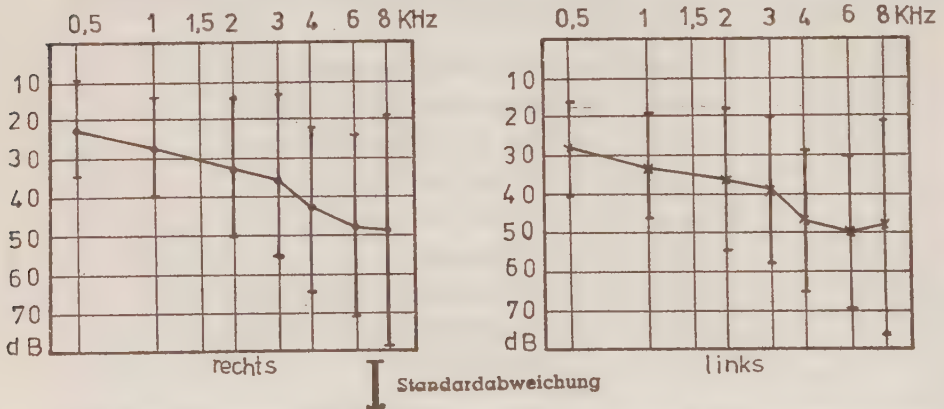


Abb. 24 a/b: Mittlere Hörverluste von 32 Beschäftigten in der Dachträgerindustrie



Tab. 25 a/b: Klassierung der Audiogramme von 32 Beschäftigten in der Dachträgerindustrie

TYP 1	7 (21,87 %)	rechts
TYP 2	3 (9,38 %)	
TYP 3	7 (21,87 %)	
TYP 4	5 (15,63 %)	
TYP 5	2 (6,25 %)	
TYP 6	8 (25,00 %)	

TYP 1	3 (9,38 %)	links
TYP 2	2 (6,25 %)	
TYP 3	7 (21,87 %)	
TYP 4	6 (18,75 %)	
TYP 5	3 (9,38 %)	
TYP 6	11 (34,37 %)	

5.4.3. Furnier- und Sperrholzwerke

Im Gegensatz zu den unter Fragestellung 1 behandelten Furnierabteilungen handelt es sich hier um Furnier- und Sperrholzwerke, während dort noch Furnierabteilungen einzelner Betriebe hinzukommen. Die Gesamtintensität betrug dB (A) max. 91,7

dB (A) min: 81,1

Beurteilungspegel: 88,0 dB (A)

Die Spektralanalyse (Abb. 25) muß zwar als Breitbandgeräusch angesprochen werden, zeigt jedoch eine Betonung der tiefen Frequenzen 125 - 500 Hz, die Werte von 82 - 83 dB aufweisen. Der Verlauf des Spektrogramms gleicht dem unter der 1. Fragestellung bei den Furnierabteilungen beschriebenen. Bis auf die Frequenzen 8 und 16 KHz treten im Vergleich keine größeren Differenzen auf als 3 dB. Die Lärmklassierung zeigte allerdings

ein Breitbandgeräusch in 63 Fällen (81,8 %)

ein Mittel- und Hochtongeräusch in 0 Fällen (0,0 %)

ein Tieftongeräusch in 8 Fällen (10,4 %)

ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 6 Fällen (7,8 %)

Infolge der hier höheren Pegel insbesondere bei 4 KHz konnten also weniger Tieftongeräusche ermittelt werden als unter Einbeziehung der Furnierabteilungen der Möbelwerke. Auch der Verlauf der gemittelten Audiogramme (Abb. 26 a/b) erbringt mit unerheblichen Abweichungen faktisch das gleiche Bild wie unter Fragestellung 2. In Tab. 26 a/b findet sich allerdings ein geringerer Anteil an nicht pathologischen und ein höherer Anteil an hoch pathologischen Audiogrammen. Beide Ohren zusammengefaßt kommt es zum Auftreten von

Abb. 25: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Furnier-u.Sperrholzindustrie

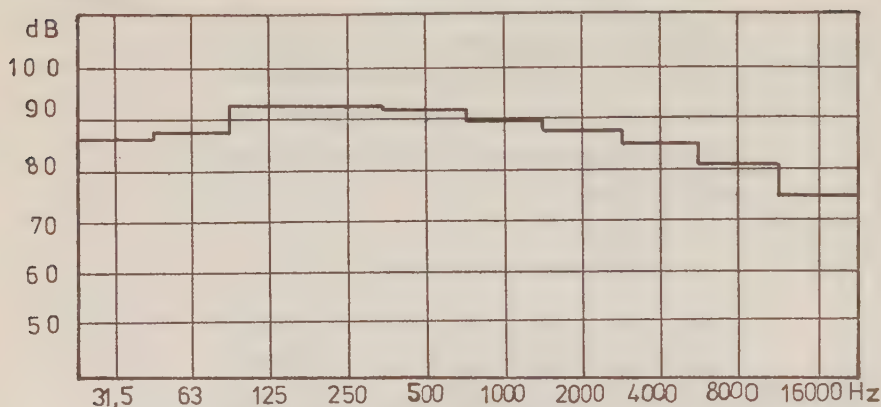
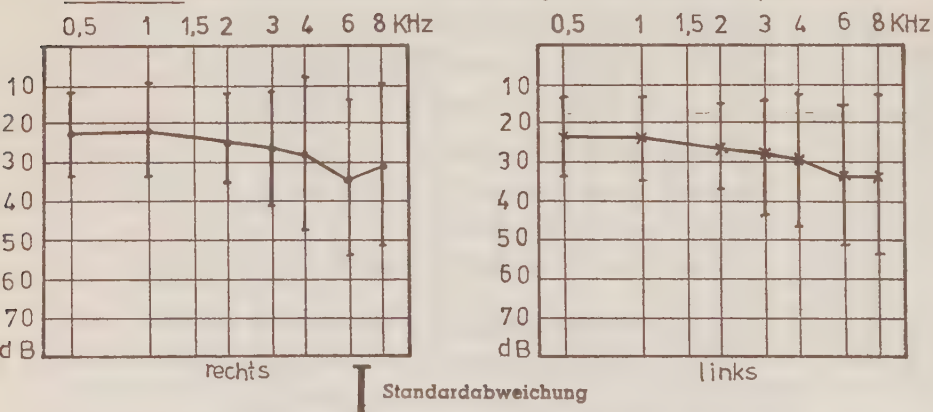


Abb. 26 a/b: Mittlere Hörverluste von 77 Beschäftigten in der Furnier-u.Sperrholzindustrie



Tab. 26 a/b: Klassierung der Audiogramme von 77 Beschäftigten in der Furnier-u.Sperrholzindustrie

TYP 1	37 (48,05 %)	rechts
TYP 2	4 (5,19 %)	
TYP 3	18 (23,38 %)	
TYP 4	3 (5,12 %)	
TYP 5	10 (12,99 %)	
TYP 6	5 (6,49 %)	

TYP 1	33 (42,86 %)	links
TYP 2	6 (7,79 %)	
TYP 3	15 (19,48 %)	
TYP 4	5 (6,49 %)	
TYP 5	7 (9,09 %)	
TYP 6	11 (14,29 %)	

Typ 1	in 45,5 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 33,1 % der Fälle,
Typ 5	in 11,0 % der Fälle,
Typ 6	in 10,4 % der Fälle.

Das tonaudiometrische Bild der Typen 2 - 4 läßt sich differenzieren in

vorwiegende Senke bei 6 KHz in 64,7 % der Fälle,

vorwiegende Senke bei 4 KHz in 19,6 % der Fälle,

breite Senke bei 4 und 6 KHz in 15,7 % der Fälle,

5.4.4. Polstermöbelindustrie

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 98,8

dB (A) min: 86,1

Beurteilungspegel: 95,2 dB (A).

Die Oktavbandanalyse (Abb. 27) zeigt ein Breitbandgeräusch mit Spitzenausschlägen um 88 dB bei 1 KHz. Das Spektrogramm hat damit die höchsten Pegel dieser Meßreihe. Dem entsprachen in der Lärmklassenbildung

20 Breitbandgeräusche (90,9 %) und

2 Mittel- und Hochtongeräusche (9,1 %).

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 28 a/b) zeigen, daß die Schädigung in den Frequenzen 3, 4 und vor allem 6 KHz auf dem rechten Ohr deutlich größer ist, was auch in Tab. 27 a/b durch die Tatsache zum Ausdruck kommt, daß die Typen 5 und 6 auf dem rechten Ohr doppelt so häufig vorkommen wie links. Faßt man beide Ohren zusammen, so finden wir

Abb. 27: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Polstermöbelindustrie

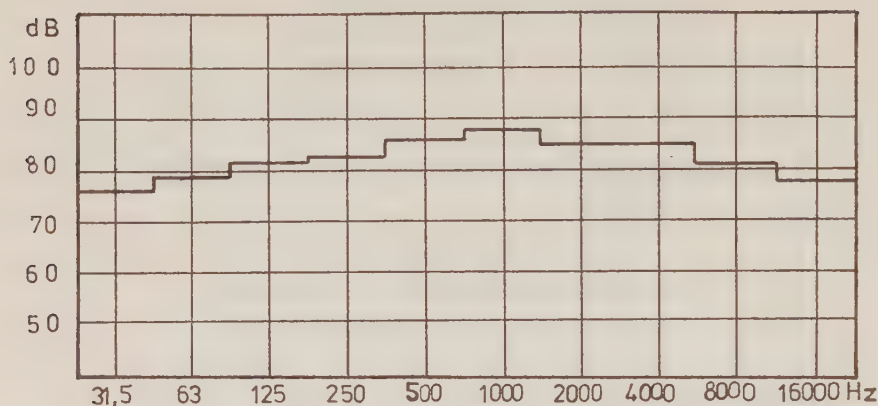
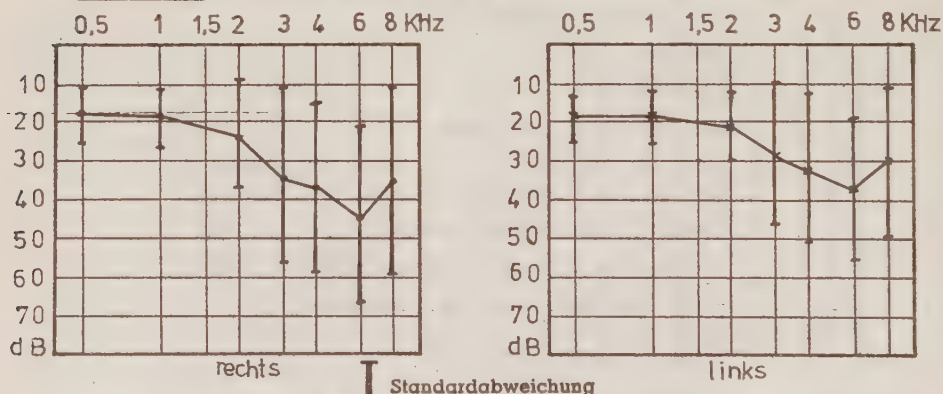


Abb. 28 a/b: Mittlere Hörverluste von 22 Beschäftigten in der Polstermöbelindustrie



Tab. 27 a/b: Klassierung der Audiogramme von 22 Beschäftigten in der Polstermöbelindustrie

TYP 1	4 (18,18 %)	rechts
TYP 2	3 (13,63 %)	
TYP 3	8 (36,36 %)	
TYP 4	1 (4,55 %)	
TYP 5	4 (18,18 %)	
TYP 6	2 (9,09 %)	

TYP 1	6 (27,27 %)	links
TYP 2	2 (9,09 %)	
TYP 3	9 (40,91 %)	
TYP 4	2 (9,09 %)	
TYP 5	2 (9,09 %)	
TYP 6	1 (4,55 %)	

Typ 1	in 22,7 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 56,8 % der Fälle,
Typ 5	in 13,6 % der Fälle,
Typ 6	in 6,8 % der Fälle.

Das insgesamt etwas ungünstige Bild der gemittelten Tonschwellenaudiogramme erklärt sich in erster Linie durch den sehr hohen Anteil der Audiogrammtypen 2 - 4, den 36,8 % der Untersuchten aufwiesen, wäre aber wohl noch bedeutend schlechter ausgefallen, wenn nicht ein großer Teil der Belegschaft Gehörschutz getragen hätte, ein Sachverhalt, der sonst in keinem Betrieb festzustellen war. Innerhalb dieser Typen fand sich eine vorwiegende Senke bei 6 KHz in 68,0 % der Fälle, eine vorwiegende Senke bei 4 KHz in 20,0 % der Fälle und eine breite Senke in 12,0 % der Fälle.

5.4.5. Holzkettenindustrie

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 96,8

dB (A) min: 83,8

Beurteilungspegel: 92,4 dB (A).

Das Spektrogramm (Abb. 29) zeigt ein reines Breitbandgeräusch mit einem Maximum von fast 86 dB bei 1 KHz.

In der Lärmklassierung bestand deshalb auch ein Breitbandgeräusch in 53 Fällen (98,1 %) und ein Mittel- und Hochtongeräusch in 1 Fall (1,9 %). Die gemittelten Audiogramme (Abb. 30 a/b) zeigen gleichartigen Verlauf und weisen bei 6 KHz den Tiefpunkt einer breiten Senke auf, der rechts bei 40,0 und links bei 41,2 dB liegt.

Abb. 29: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Holzkistenindustrie

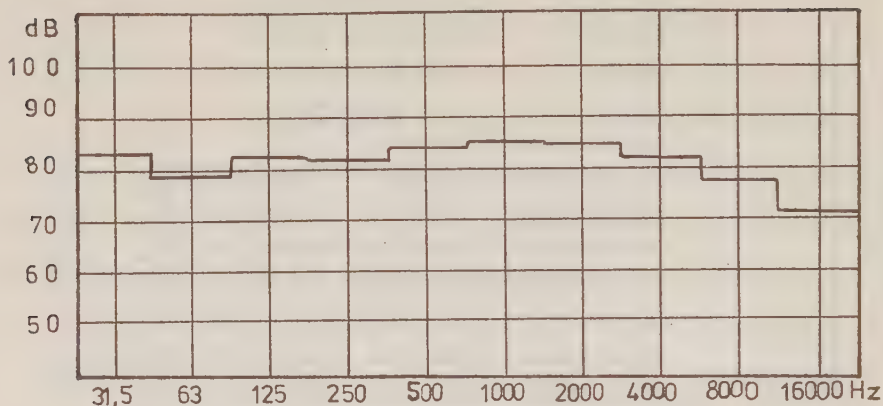
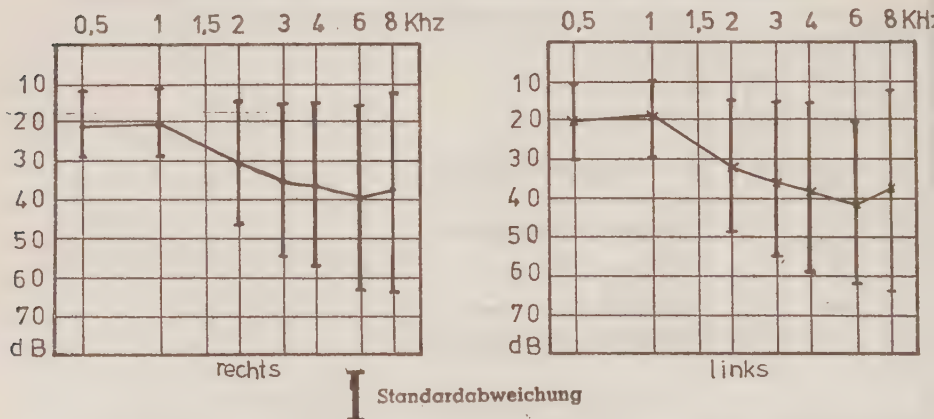


Abb. 30 a/b: Mittlere Hörverluste von 54 Beschäftigten in der Holzkistenindustrie



Tab. 28 a/b: Klassierung der Audiogramme von 54 Beschäftigten in der Holzkistenindustrie

TYP 1	17 (31,48 %)	rechts
TYP 2	2 (3,70 %)	
TYP 3	9 (16,67 %)	
TYP 4	6 (11,11 %)	
TYP 5	6 (11,11 %)	
TYP 6	14 (25,93 %)	

TYP 1	12 (22,22 %)	links
TYP 2	7 (12,96 %)	
TYP 3	10 (18,52 %)	
TYP 4	3 (5,56 %)	
TYP 5	7 (12,96 %)	
TYP 6	15 (27,78 %)	

Bezieht man die Audiogrammklassierung (Tab. 28 a/b) auf beide Ohren, so ergibt sich

Typ 1	in 26,9 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 34,3 % der Fälle,
Typ 5	in 12,0 % der Fälle,
Typ 6	in 26,9 % der Fälle.

Innerhalb der Typen 2 - 4 überwiegt die vorwiegende Senke bei 6 KHz mit 51,3 %, gefolgt von der vorwiegenden Senke bei 4 KHz und der breiten Senke mit jeweils 24,3 % der Fälle.

5.4.6. Fensterbau

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 89,4

dB (A) min: 81,9

Beurteilungspegel: 86,9 dB (A)

Die Oktavbandanalyse (Abb. 31) zeigt ein Breitbandgeräusch mit einem maximalen Schallpegel von 81,3 dB bei 500 Hz. Die Hervorhebung der tieferen Töne im gemittelten Spektrogramm kommt auch in der Verteilung der Lärmklassen zum Ausdruck. Bei 61 über das gesamte Spektrum erhobenen Lärmanalysen ergab sich

ein Breitbandgeräusch in 40 Fällen (65,6 %)

ein Mittel- und Hochtongeräusch in 0 Fällen (0,0 %)

ein Tieftongeräusch in 12 Fällen (19,7 %)

ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 9 Fällen (14,7 %)

Die Senkentiefpunkte der gemittelten Audiogramme (Abb. 32 a/b) liegen bei 6 KHz und weisen Werte um 33 dB auf.

Abb. 31: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum im Fensterbau

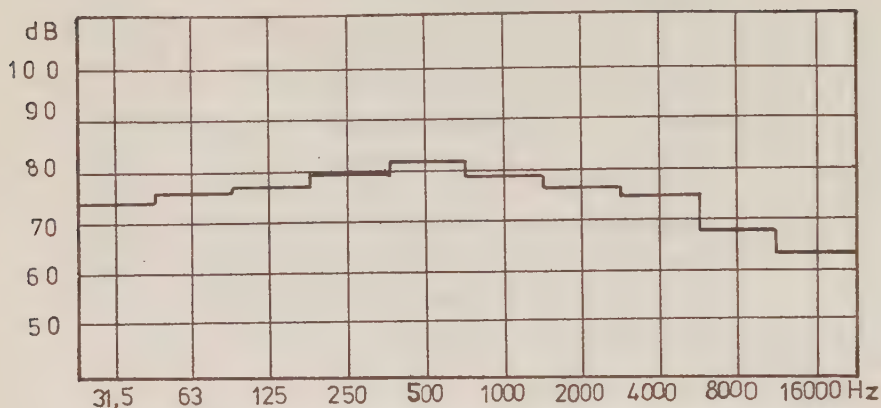
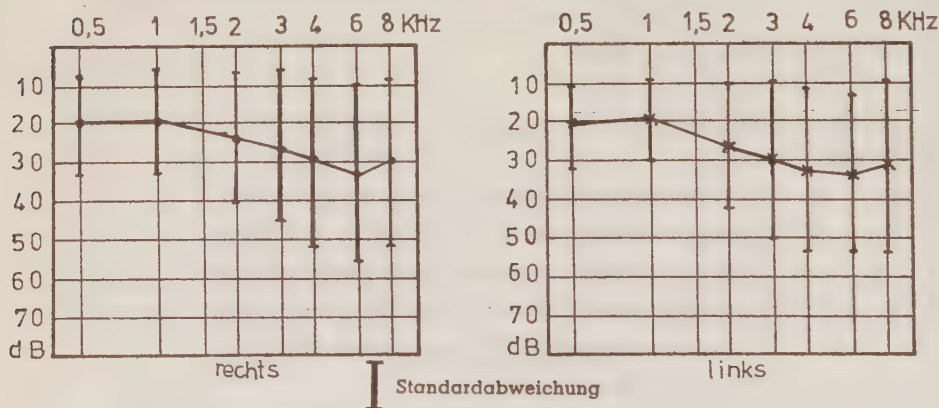


Abb. 32 a/b: Mittlere Hörverluste von 62 Beschäftigten im Fensterbau



Tab. 29 a/b: Klassierung der Audiogramme von 62 Beschäftigten im Fensterbau

TYP 1	30 (48,39 %)	rechts
TYP 2	7 (11,29 %)	
TYP 3	10 (16,13 %)	
TYP 4	3 (4,84 %)	
TYP 5	4 (6,45 %)	
TYP 6	8 (12,90 %)	

TYP 1	30 (48,39 %)	links
TYP 2	3 (4,84 %)	
TYP 3	9 (14,52 %)	
TYP 4	5 (8,06 %)	
TYP 5	5 (8,06 %)	
TYP 6	10 (16,13 %)	

Dem relativ günstigen Befund entspricht auch die Audiogrammklassierung (Tab. 29 a/b). Bezogen auf beide Ohren tritt

Typ 1	in 48,4 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 29,8 % der Fälle,
Typ 5	in 7,3 % der Fälle,
Typ 6	in 14,5 % der Fälle auf.

Die Differenzierung der Typen 2 - 4 zeigt ein Auftreten von vorwiegenden Senken bei 6 KHz in 51,4 %, von vorwiegenden Senken bei 4 KHz in 27,0 % und von breiten Senken von 21,6 % der Fälle.

5.4.7. Wohnmöbelindustrie

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 91,2

dB (A) min: 83,2

Beurteilungspegel: 88,5 dB (A)

Die Spektralanalyse (Abb. 33) zeigt ein Breitbandgeräusch mit Intensitätsmaxima zwischen 250 und 1 KHz, die jeweils 81,5 dB betragen.

Es bestanden bei 192 Messungen

164 Breitbandgeräusche	(85,4 %)
7 Mittel- und Hochtongeräusche	(3,6 %)
20 Tieftongeräusche	(10,4 %)
1 Geräusch mit tonalem Beiklang	(0,5 %).

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 34 a/b) zeigten die geringsten Hörschäden dieser Testreihe. Diese Tatsache

Abb. 33: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Wohnmöbelindustrie

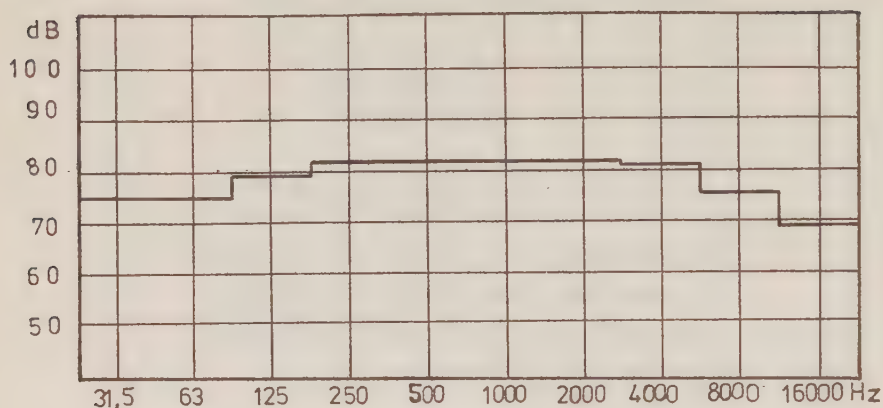
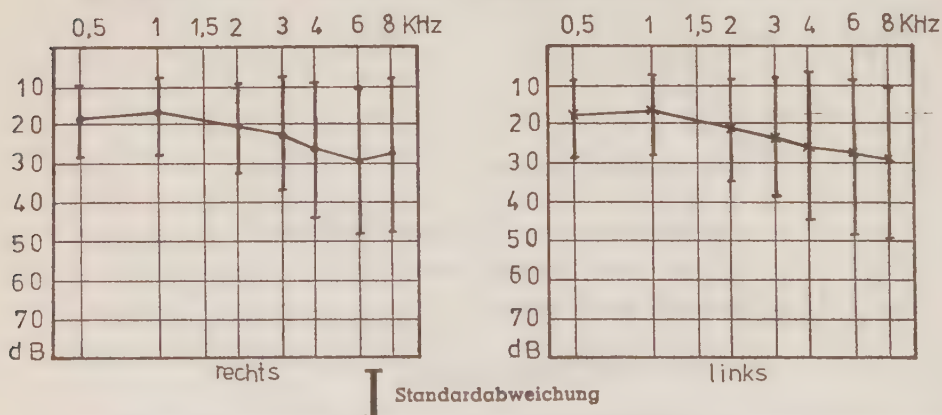


Abb. 34 a/b: Mittlere Hörverluste von 193 Beschäftigten in der Wohnmöbelindustrie



Tab. 30 a/b: Klassierung der Audiogramme von 193 Beschäftigten in der Wohnmöbelindustrie

TYP 1	96 (49,74 %)	rechts
TYP 2	21 (10,88 %)	
TYP 3	37 (19,17 %)	
TYP 4	16 (8,29 %)	
TYP 5	12 (6,21 %)	
TYP 6	11 (5,70 %)	

TYP 1	107 (55,44 %)	links
TYP 2	18 (9,33 %)	
TYP 3	30 (15,54 %)	
TYP 4	11 (5,70 %)	
TYP 5	15 (7,77 %)	
TYP 6	12 (6,21 %)	

wird aus Spektrogramm und dem Beurteilungspegel, die durchaus nicht den günstigsten Befund aufweisen, nicht verständlich. Sie erklärt sich daraus, daß in der Wohnmöbelindustrie der mit Abstand höchste Anteil (ca. 70 %) der ausländischen Arbeitnehmer beschäftigt ist, der, wie wir gesehen haben (Abb. 3), die erheblich geringere Zahl von Lärmarbeitsjahren aufweist, wodurch natürlich auch die audiologischen Vorschäden bei ihnen deutlich geringer sein müssen. In keiner Frequenz wird ein Wert von 30 dB überschritten. Tab. 30 a/b belegt den günstigen Befund.

Zusammengefaßt kommt es zum Auftreten von

Typ 1	in 52,6 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 34,5 % der Fälle,
Typ 5	in 7,0 % der Fälle,
Typ 6	in 6,0 % der Fälle.

Auch hier zeigt das tonaudiometrische Bild innerhalb der Typen 2 - 4 mit 50,4 % der Fälle den höchsten Anteil einer vorwiegenden Senke bei 6 KHz, gefolgt von 29,3 % der Fälle mit vorwiegender Senke bei 4 KHz und schließlich 20,3 % der Fälle mit breiter Senke.

5.4.8. Kleiderbügelindustrie

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 96,8

dB (A) min: 88,2

Beurteilungspegel/: 94,0 dB (A)

Das Spektrogramm (Abb. 35) zeigt ein Breitbandgeräusch mit Schallpegelmaxima bei 1 und 2 KHz, die zwischen 85 und 86 dB liegen. In den Lärmklassen finden sich ein Breitbandgeräusch in 23 Fällen (92,0 %) ein Mittel- und Hochtongeräusch in 2 Fällen (8,0 %)

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 36 a/b) zeigen nur in den Frequenzen 2 und 6 KHz unwesentliche Differenzen zu ungunsten des linken Ohres. Die Hörverluste liegen bei 4 und 6 KHz um 40 dB. Faßt man die für rechtes und linkes Ohr in Tab. 31 a/b) aufgeführten Audiogrammtypen zusammen, findet sich

Typ 1	in 38,0 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 22,0 % der Fälle,
Typ 5	in 14,0 % der Fälle,
Typ 6	in 26,0 % der Fälle,

wobei in den Typen 2 - 4 eine vorwiegende Senke bei 6 KHz in 54,5 %, eine vorwiegende Senke bei 4 KHz in 18,2 %, eine breite Senke in 27,3 % der Fälle vorliegt.

5.4.9. Büromöbelindustrie

Die Gesamtintensität betrug

dB (A) max: 90,0

dB (A) min: 82,8

Beurteilungspegel: 87,6 dB (A).

Die Oktavanalyse (Abb. 37) zeigt ein Breitbandgeräusch, das dem der Wohnmöbelindustrie entspricht. Bei 224 Messungen über das gesamte Frequenzspektrum fand sich

Abb. 35: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Kleiderbügellindustrie

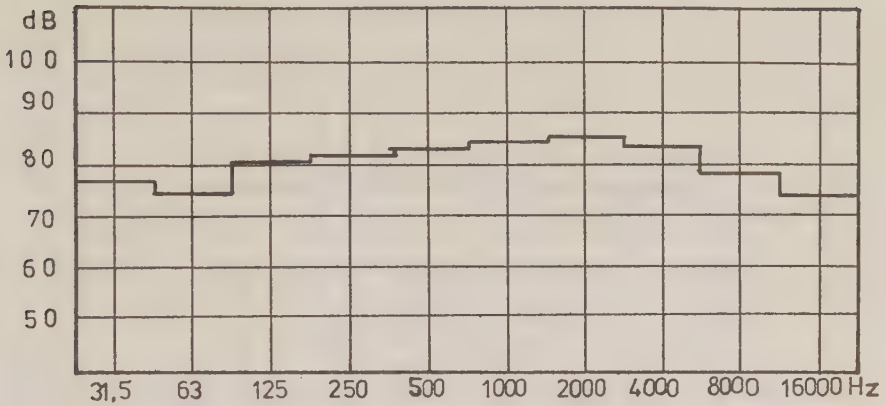
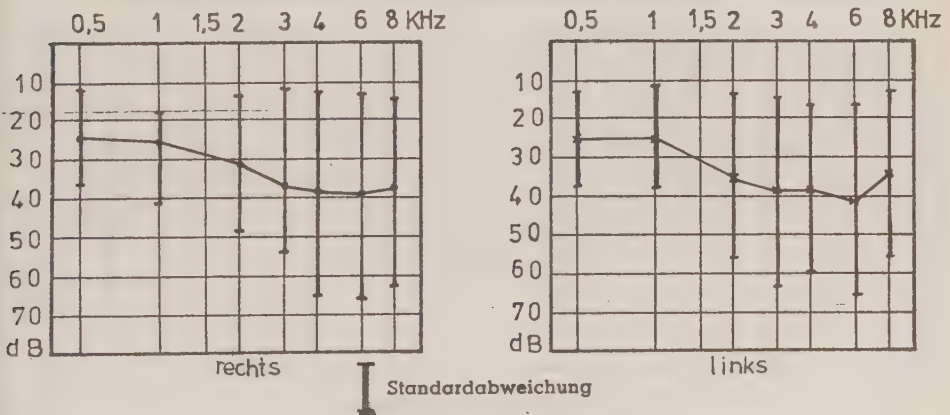


Abb. 36 a/b: Mittlere Hörverluste von 25 Beschäftigten in der Kleiderbügellindustrie



Tab. 31 a/b: Klassierung der Audiogramme von 25 Beschäftigten in der Kleiderbügellindustrie

TYP 1	10 (40,00 %)	rechts
TYP 2	1 (4,00 %)	
TYP 3	2 (8,00 %)	
TYP 4	2 (18,00 %)	
TYP 5	4 (18,00 %)	
TYP 6	6 (24,00 %)	

TYP 1	9 (36,00 %)	links
TYP 2	1 (4,00 %)	
TYP 3	4 (16,00 %)	
TYP 4	1 (4,00 %)	
TYP 5	3 (12,00 %)	
TYP 6	7 (28,00 %)	

Abb. 37: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum in der Büromöbelindustrie

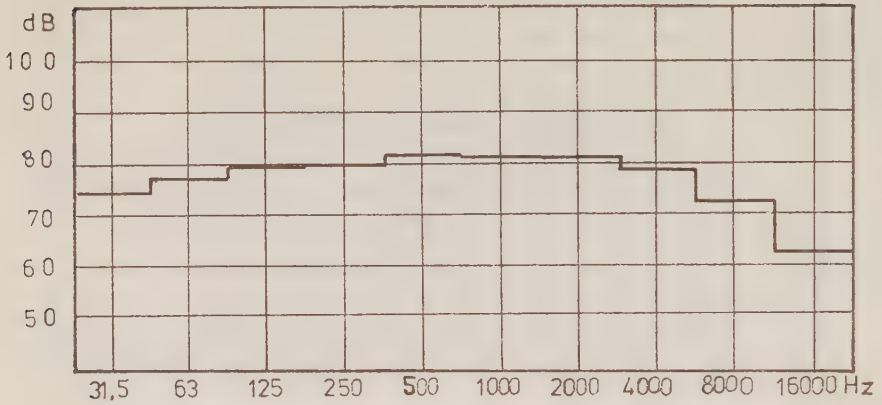
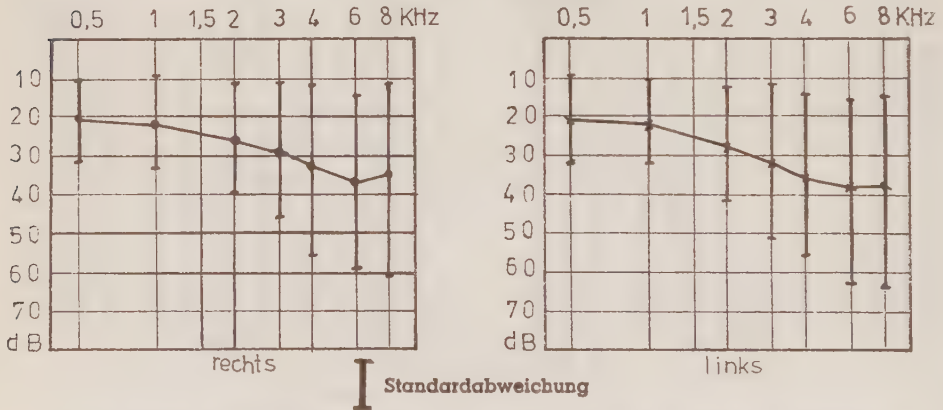


Abb. 38 a/b: Mittlere Hörverluste von 227 Beschäftigten in der Büromöbelindustrie



Tab. 32 a/b: Klassierung der Audiogramme von 227 Beschäftigten in der Büromöbelindustrie

TYP 1	89 (39,21 %)	rechts
TYP 2	22 (9,69 %)	
TYP 3	39 (17,18 %)	
TYP 4	21 (9,25 %)	
TYP 5	28 (12,33 %)	
TYP 6	28 (12,33 %)	

TYP 1	76 (33,48 %)	links
TYP 2	22 (9,69 %)	
TYP 3	42 (18,50 %)	
TYP 4	27 (11,89 %)	
TYP 5	29 (12,78 %)	
TYP 6	31 (13,66 %)	

ein Breitbandgeräusch in 191 Fällen (85,3 %)
ein Mittel- und Hochtongeräusch in 10 Fällen (4,5 %)
ein Tieftongerausuch in 18 Fällen (8,0 %)
ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 5 Fällen (2,2 %).

Auch hier besteht also wesentliche Übereinstimmung mit den Lärmklassen der Wohnmöbelindustrie. Dagegen fallen in den Büromöbelfabriken die Audiogramme (Abb. 38 a/b) trotz gut vergleichbarer Lärmbelastung deutlich schlechter aus. Auf die besonderen Gründe für das gute Abschneiden in der Wohnmöbelindustrie wurde bereits eingegangen.

Vergleicht man die gemittelten Audiogramme (Tab. 32 a/b), dann zeigt sich, daß die Hörschwelle von 3 KHz ab auf dem linken Ohr 2 - 3 dB ungünstiger gelegen ist und bei 6 KHz ihren höchsten Wert mit 39,1 dB erreicht. Faßt man in der Tab. 32 rechtes und linkes Ohr zusammen, dann ergibt sich

Typ 1	in 36,3 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 38,1 % der Fälle,
Typ 5	in 12,6 % der Fälle,
Typ 6	in 13,0 % der Fälle.

Innerhalb der Typen 2 - 4 besteht eine vorwiegende Senke bei 6 KHz in 46,8 %, eine vorwiegende Senke bei 4 KHz in 25,4 % und eine breite Senke in 27,7 % der Fälle.

Tab. 33: Signifikante Häufigkeiten von Audiogrammtypen bei verschiedenen Betriebsarten der Holzverarbeitenden Industrie (χ^2 -Mehrfachanordnung)

Betriebsart	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Stuhl- und Möbelindustrie	- SS	NS	+ S	+ SS
Dachträgerindustrie	- SS	NS	NS	+ SSS
Furnier- und Sperrholzindustrie	NS	NS	NS	NS
Polstermöbelindustrie	NS	+ S	NS	NS
Holzleistenindustrie	- S	NS	NS	+ SSS
Fensterbauindustrie	NS	NS	NS	NS
Wohnmöbelindustrie	+ SSS	NS	- S	- SSS
Kleiderbügelindustrie	NS	NS	NS	+ S
Büromöbelindustrie	NS	NS	NS	NS

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau; SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau; SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau;
 + = signifikant größere Häufigkeit; - = signifikant geringere Häufigkeit

5.4.10. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 2. Fragestellung

Tabelle 4 a im Anhang faßt für alle besprochenen Betriebsarten die tatsächlichen Häufigkeitsverteilungen f der Audiogrammtypen noch einmal zusammen, wobei wiederum die in ihren Hörverlusten gleichzubewertenden Typen 2 bis 4 gemeinsam ausgewertet wurden. Tab. 4 b (Anhang) gibt die hieraus zu erwartenden Häufigkeiten fe bei Normalverteilung wieder und Tab. 4 c (Anhang) schließlich zeigt die "Einzel- χ^2 -Werte". Die hieraus resultierenden Signifikanzverhältnisse sind in Tab. 33 dargestellt.

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,001$ % geht aus ihr hervor, daß in der Wohnmöbelindustrie die mit Abstand geringsten Hörverluste eintraten. Die Zahl der Normalhörenden ist höchst signifikant größer als bei statistischer Gleichverteilung zu erwarten gewesen wäre und damit auch höchst signifikant größer als in allen anderen Industriezweigen, die Zahl der Probanden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör signifikant, die Zahl der Lärmschwerhörigen höchst signifikant geringer als in den übrigen Betriebsarten. Auf besondere Faktoren, die dieses Ergebnis relativieren, wird auch in der Diskussion auf Seite 212 hingewiesen. Furnier- und Sperrholz, Fensterbau und Büromöbel zeigen keine Signifikanz. In der Polstermöbelindustrie finden sich demgegenüber signifikant mehr Arbeiter, die zwar schon einen Hörverlust besitzen, der aber noch nicht zu sozialen Beeinträchtigungen führt. Auch hier werden in der Diskussion auf Seite 212 die besonderen Gründe für die trotz der hohen Beurteilungspegel relativ günstigen Audiogrammbefunde aufgezeigt.

In der Kleiderbügelfabrik findet sich ein signifikant, in der Stuhlmöbelindustrie ein sehr signifikant höherer Anteil Lärmschwerhöriger. Höchste Signifikanzen Lärmschwerhöriger zeigen schließlich Holzkisten und Dachträger herstellende Betriebe, wobei bei ersterem die Zahl der Normalhörenden signifikant, beim zweiten höchst signifikant geringer ist.

5.5. Ergebnisse zur 3. Fragestellung

Bestehen Unterschiede des Lärms und der Lärmhörschäden zwischen den wichtigen Holzbearbeitungsmaschinen?

Im folgenden Kapitel sollen Lärmimmission und Hörverluste der Arbeitnehmer in der Holzverarbeitenden Industrie anhand von ausgewählten Maschinen als Lärmquelle dargestellt werden. Bei der Auswertung der Untersuchungsbögen wurde für die Maschinen eine Einteilung gewählt, die in Klassifikation und Nomenklatur, den Vorschlägen des "Europäischen Komitees für Holzbearbeitungsmaschinen-Hersteller" (EKHH (23/110)) angepaßt wurden. Die Hersteller und Typenbezeichnungen der Maschinen wurden zwar von uns erfaßt, können aber in diesem Zusammenhang nicht veröffentlicht werden, das Baujahr ließ sich dagegen nicht in jedem Fall eruieren. Insgesamt wurden 65 Maschinentypenklassen ermittelt, wobei allerdings sehr vereinzelt vorkommende Maschinen zusammengefaßt wurden, wenn es im Sinne des "Europäischen Komitees für Holzbearbeitungsmaschinen-Hersteller" vertretbar war. Einige besonders häufig vorkommende oder besonders lärmintensive Maschinen sollen in diesem Zusammenhang vorgestellt werden.

Hinsichtlich der nachfolgend dargestellten Spektrogramme muß wiederholt werden, daß es sich dabei nicht um die maximalen Pegel der Maschine handelt, sondern um die zeitlich am häufigsten einwirkende Intensität innerhalb der jeweiligen Oktavbandbreite. Es erfolgte bei kurzzeitigen Schallspitzen hierbei kein Zuschlag im Sinne einer Beurteilung des Pegels.

5.5.1. Maschinen, die hauptsächlich in der Wohn- und Büromöbelindustrie vorkommen

Wir wollen am Beispiel dieser Industriezweige, die den größten Teil unserer Untersuchungsreihe darstellte, den Produktionsablauf anhand der unten angeführten Maschinen verdeutlichen.

Heute arbeitet die moderne Möbelindustrie fast ausschließlich mit Spanplatten. Diese werden meist von anderen Betrieben großformatig zugeliefert. Erster wichtiger Arbeitsgang ist das vom jeweiligen Fertigungsprogramm abhängige mehrfache Zersägen in den "Plattenformatkreissägen für Parallel- oder (und) Winkelschnitt mit automatischem Vorschub" (sog. Aufteilautomaten). Von hier kommen die auf das gewünschte Format zugeschnittenen Platten zu den "Verleimmaschinen für Breitseite", dazu gehören "Überfurnierpressen" (handbeschickt), "Taktpressen" (automatisch beschickt) oder "Sperrholzpressen", wo sie mit Holzmaserung imitierenden Plastikfolien oder echtem Furnier beklebt werden. Im Anschluß daran gehen die Platten in die Fertigungsstraßen, wo sie in "Doppelendprofilern" an den beiden gegenüberliegenden Kantenseiten auf die endgültige Größe geschnitten werden. Diese beiden Kanten

werden danach in Kantenverleimmaschinen mit Folien oder Furnier beklebt. Nach einer Wendung der so bearbeiteten Spanplatten um 90 Grad wiederholt sich der beschriebene Vorgang an den beiden anderen einander gegenüberliegenden Kanten. Die Fertigungsstraßen haben eine Länge von ca. 70 Metern. Von hier kommen die Platten zu den Kantenputzern (s. Seite 98), die durch Putzen mit einer Bürste die Folien oder Furniere so aneinander zu drücken haben, daß kein Spalt sichtbar bleibt. Dann werden, zwecks späterer Montage, die Platten zu den Universal- und Dübellochbohrmaschinen (s. Seite 91) gebracht und kommen anschließend in die ca. 200 m langen Lackstraßen, wo eine dünne Lackschicht aufgetragen und eingebrannt wird. Nicht beklebtes oder furniertes Holz bekommt hier einen Farbanstrich (s. Seite 96). In der Endmontage (s. Seite 83) werden die Platten dann z.B. zu Schränken oder Schreibtischen zusammengebaut.

5.5.1.1. Aufteilautomaten (VDMA 12132.13)

Sie werden nach unserer Nomenklatur als ("Plattenformatkreissägemaschinen für Parallel- und (oder) Winkelschnitt mit automatischem Vorschub" bezeichnet.

Es wurden 22 Männer, die an dieser Maschinenart arbeiten, untersucht. Ihr Lebensalter betrug durchschnittlich 38,4 Jahre. Die Gesamtintensität des Lärms lag im Maximum bei 95,4 dB (A), im Minimum bei 83,5 dB (A) und im Beurteilungspegel bei 91,2 dB (A). Das Frequenzspektrum (Abb. 39) zeigt ein Breitbandgeräusch, das bei 1 und 2 KHz mit 83,2 und 83 dB seine höchsten Pegelaus-

Abb. 39: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Aufteilautomaten

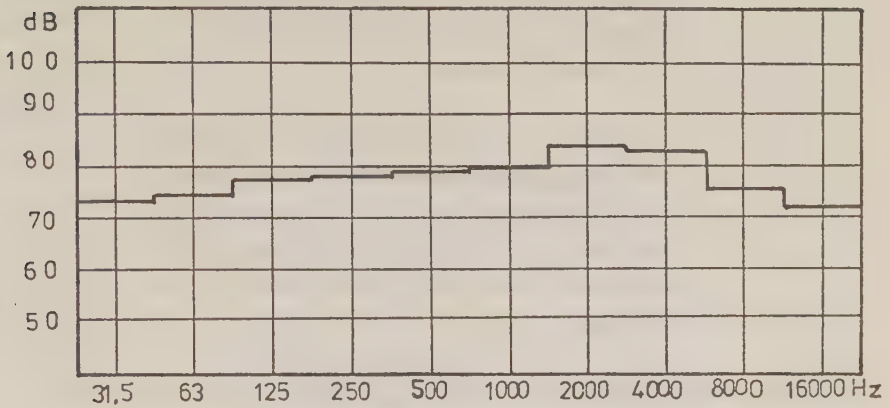
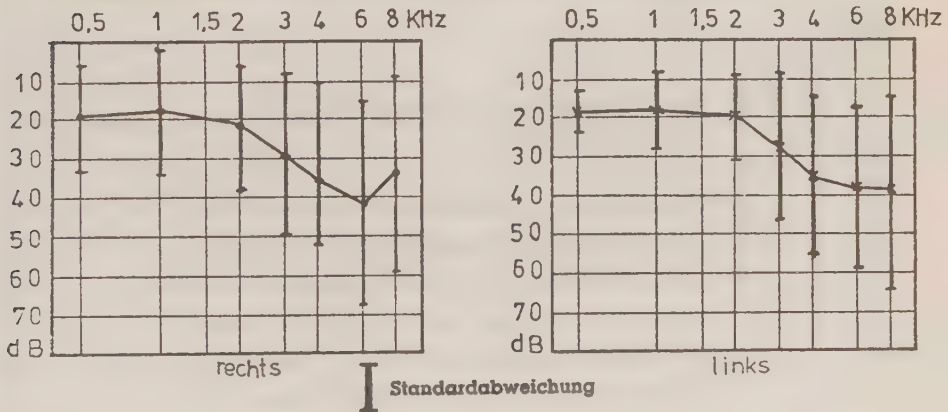


Abb. 40 a/b: Mittlere Hörverluste von 22 Beschäftigten an Aufteilautomaten



Tab. 34 a/b: Klassierung der Audiogramme von 22 Beschäftigten an Aufteilautomaten

TYP 1	7 (31,82 %)	rechts
TYP 2	2 (9,09 %)	
TYP 3	3 (13,64 %)	
TYP 4	5 (22,73 %)	
TYP 5	3 (13,64 %)	
TYP 6	2 (9,09 %)	

TYP 1	8 (36,36 %)	links
TYP 2	3 (13,64 %)	
TYP 3	2 (9,09 %)	
TYP 4	3 (13,64 %)	
TYP 5	4 (18,18 %)	
TYP 6	2 (9,09 %)	

schläge hat. Es wurde in 18 Fällen (81,8 %) ein Breitbandgeräusch, in 4 Fällen (18,2 %) ein Mittel- und Hochtongeräusch ermittelt.

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 40 a/b) zeigen beidseitig einen Schrägabfall von 2 KHz bis 6 KHz, wobei rechts die Senkenform erhalten ist. In der Audiogrammklassierung die in Tab. 34 a/b für rechtes und linkes Ohr dargestellt wird, findet sich, wenn man beide Ohren zusammenfaßt

Typ 1	in 34,1 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 40,9 % der Fälle,
Typ 5	in 15,9 % der Fälle,
Typ 6	in 9,1 % der Fälle.

5.5.1.2. Überfurnier- oder Deckschichtpressen (VDMA 33.311)

Überfurnierpressen oder Deckschichtpressen gehören zu den "Verleimmaschinen für Breitseite". Die Fachgemeinschaft für Holzbearbeitungsmaschinen (110) unterscheidet Furnierpressen mit festem und flexiblem Druckelement. Nicht ganz im Einklang hiermit werden sie von den Arbeitern auch als Bandpressen oder Durchlaufpressen bezeichnet.

Hier waren 31 Männer und 2 Frauen beschäftigt. Das mittlere Lebensalter lag bei 32,4 Jahren. Die Gesamtlautstärke lag im Maximum bei 89,1 dB (A), im Minimum bei 82,1 dB (A) und im Beurteilungspegel bei 86,8 dB (A). Das Oktavspektrum (Abb. 41) zeigt ein Breitbandgeräusch mit den höchsten Schallpegeln zwischen den mf von 125

Abb. 41: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Überfurnierpressen

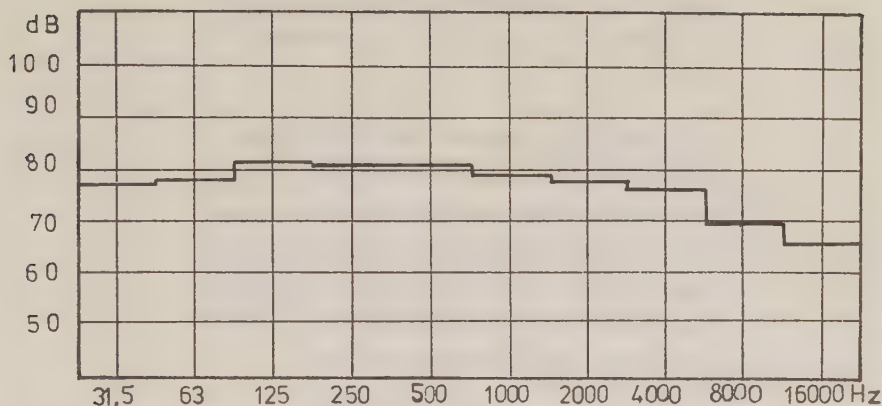
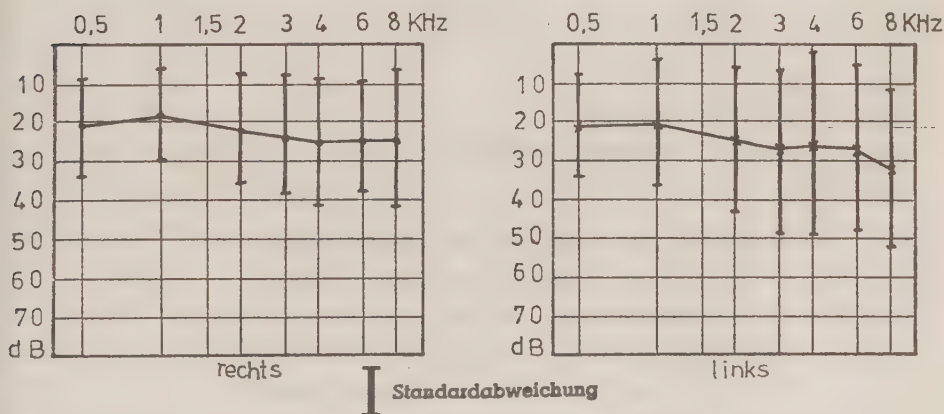


Abb. 42 a/b: Mittlere Hörverluste von 33 Beschäftigten an Überfurnierpressen



Tab. 35 a/b: Klassierung der Audiogramme von 33 Beschäftigten an Überfurnierpressen

TYP 1	19 (57,58 %)	rechts
TYP 2	5 (15,15 %)	
TYP 3	1 (3,03 %)	
TYP 4	2 (6,06 %)	
TYP 5	3 (9,09 %)	
TYP 6	3 (9,09 %)	

TYP 1	21 (63,64 %)	links
TYP 2	2 (6,06 %)	
TYP 3	2 (6,06 %)	
TYP 4	0 (0,00 %)	
TYP 5	3 (9,09 %)	
TYP 6	5 (15,15 %)	

bis 500 Hz, die gering über 80 dB liegen. In der Lärmklassenbildung wurde in 100 % ein Breitbandgeräusch ermittelt.

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 42 a/b) weisen in den Frequenzen 2 - 6 KHz Hörschwellenwerte zwischen 21,6 und 26,8 dB auf, wobei das Hörvermögen auf dem rechten Ohr geringfügig günstiger ist. Die Audiogrammklassierung (Tab. 35 a/b) zeigt auf beiden Ohren einen hohen Prozentsatz Normalhörender. Faßt man beide Ohren zusammen, kommt es zum Auftreten von

Typ 1	in 60,6 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 18,2 % der Fälle,
Typ 5	in 9,1 % der Fälle,
Typ 6	in 12,1 % der Fälle.

5.5.1.3. Kantenverleimmaschinen (KVM) (VDMA 31.4)

Kantenverleimmaschinen (KVM) auch als Kantenanleimmaschinen oder Kantenpressen bezeichnet, gehören zu den "Verleimmaschinen für Umleimer und Leisten". Unter unseren Untersuchungspersonen waren 26 Männer und 1 Frau, die an dieser Maschinenart beschäftigt waren. Ihr mittleres Lebensalter betrug 39,4 Jahre.

Die Gesamtintensität lag im Maximum bei 88,9 dB (A), im Minimum bei 84,1 dB (A) und im Beurteilungspegel bei 87,0 dB (A). Das Frequenzspektrum (Abb. 43) zeigt ein Breitbandgeräusch ohne deutliche Hervorhebung einer Frequenz mit Intensitäten um 79 - 80 dB zwischen den Mittenfrequenzen 0,5 bis 4 KHz. Auch in der Lärm-

Abb. 43: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Kantenverleimmaschinen

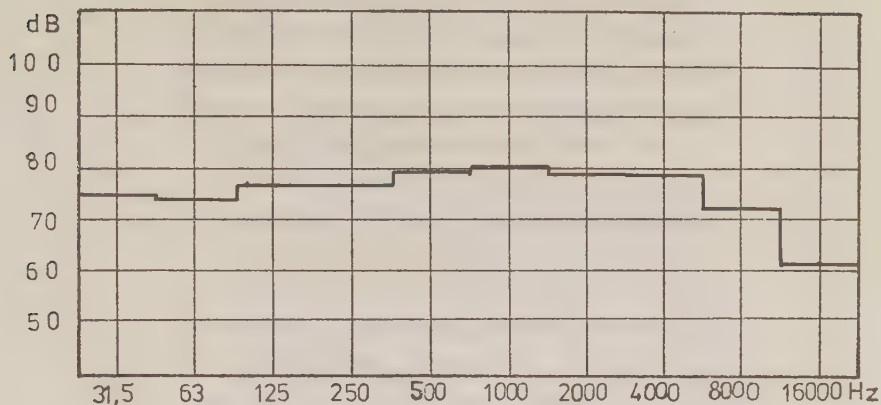
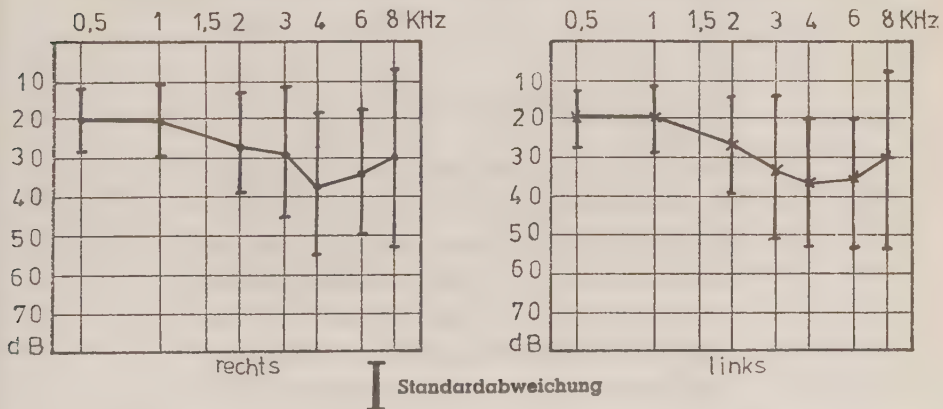


Abb. 44 a/b: Mittlere Hörverluste von 27 Beschäftigten an Kantenverleimmaschinen



Tab. 36 a/b: Klassierung der Audiogramme von 27 Beschäftigten an Kantenverleimmaschinen

TYP 1	6 (22,22 %)	rechts
TYP 2	7 (25,93 %)	
TYP 3	3 (11,11 %)	
TYP 4	4 (14,81 %)	
TYP 5	4 (14,81 %)	
TYP 6	3 (11,11 %)	

TYP 1	8 (29,63 %)	links
TYP 2	5 (18,52 %)	
TYP 3	1 (3,70 %)	
TYP 4	4 (14,81 %)	
TYP 5	5 (18,52 %)	
TYP 6	4 (14,81 %)	

klassenbildung besteht in 100 % ein Breitbandgeräusch. Die gemittelten Audiogrammkurven (Abb. 44 a/b) zeigen hier - und das kann als Ausnahme angesehen werden - einen Tiefpunkt der Hochtensenke bei 4 KHz. Dies findet sich auch in den Audiogrammklassen (Tab. 36 a/b), in denen beidseitig der Typ 2 einen dem Typ 3 um 14,8 % höheren Anteil aufweist.

Beide Ohren zusammengefaßt tritt

Typ 1	in 25,9 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 44,4 % der Fälle,
Typ 5	in 16,7 % der Fälle,
Typ 6	in 13,0 % der Fälle

auf.

5.5.1.4. Doppelendprofiler (VDMA 81.13)

Doppelendprofiler sind mehrstufige Zapfenschneidmaschinen und zählen nach dem EKKH zu den mehrstufigen automatischen Maschinen für "mehrere verschiedenartige Bearbeitungsverfahren". Hierzu gehören in erster Linie Sägen, Falzen, Nuten, Zapfen und Dübellochbohrer. Sie werden fälschlicherweise hin und wieder von den Arbeitern als "Alleskönner" bezeichnet. An diesen Maschinen waren 111 Männer (81 %) und 26 Frauen (19 %) beschäftigt. Ihr mittleres Lebensalter lag bei 37,3 Jahren. Die Gesamtintensität betrug im Maximum 92,3 dB (A), im Minimum 87,1 dB (A) und im Beurteilungspegel 90,6 dB (A). Diese Angaben wurden aus ca. 100 Messungen verschiedenster Arbeitsvorgänge ermittelt. Der Doppelendprofiler war damit die mit Abstand am häufigsten als hauptsächliche Lärmquelle einwirkende Maschine. Die gemittelte Oktavana-

lyse (Abb. 44) der zeitlich am längsten einwirkenden Lärmintensität kann, da die Messungen am Arbeitsplatz und deshalb nicht immer direkt an der Maschine durchgeführt wurden, nicht als repräsentativ für diesen Maschinentyp angegeben werden.

Außerdem bestand eine deutliche Abhängigkeit der Schallpegelwerte vom jeweiligen Arbeitsprogramm und vom unterschiedlichen Verwendungszweck dieser Maschinen. Meistens brachte die Mittenfrequenz von 4 KHz die stärksten Schallpegel, seltener 2 KHz. Hin und wieder waren aber auch bei 8 KHz die höchsten Werte zu beobachten. Die Maxima bewegten sich bei Lärmmessungen, die direkt am Arbeitsplatz vorgenommen wurden, hierbei zwischen 106 und 95 dB, die zeitlich am längsten einwirkenden Pegel gar zwischen 104 und 84 dB. Die sich hieraus ergebende mittlere Frequenzanalyse (Abb. 45) zeigt maximale Pegel zwischen 0,5 und 4 KHz um 84 dB und entspricht einem Breitbandgeräusch. Dies steht im Einklang mit den ermittelten Lärmklassen. Es bestand ein Breitbandgeräusch in 96,3 % der Fälle, ein Mittel- und Hochtongeräusch in 3,7 % der Fälle.

Die gemittelten Audiogramme (Abb. 46 a/b) verlaufen seitengleich und zeigen einen Schrägabfall von 1 KHz bis 6 KHz, wo die Hörverluste um 38 dB liegen. In Tab. 37 a/b finden wir die Audiogrammklassen für rechtes und linkes Ohr getrennt. Es dominieren neben den nicht geschädigten Ohren diejenigen mit einer vorwiegenden "c⁵-Senke" bei fis⁵. Faßt man beide Ohren zusammen, kommt es zum Auftreten von

Abb. 45: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Doppelendprofilern

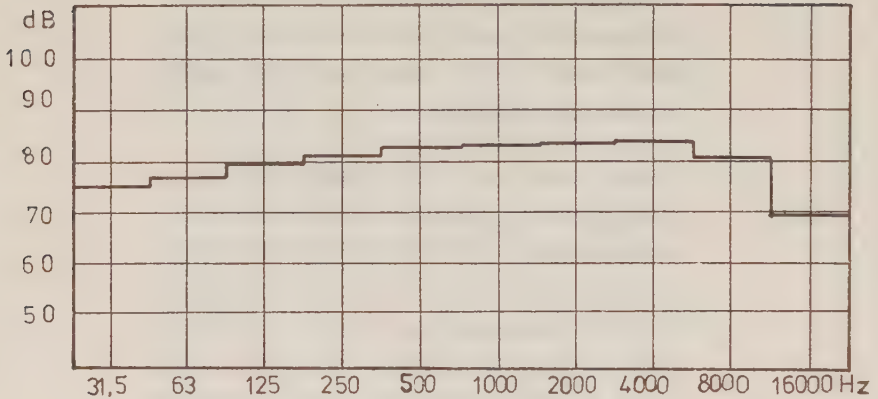
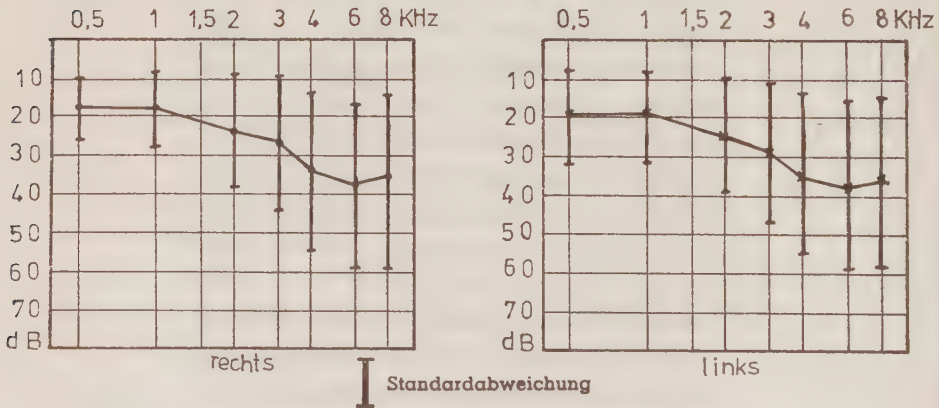


Abb. 46 a/b: Mittlere Hörverluste von 137 Beschäftigten an Doppelendprofilern



Tab. 37 a/b: Klassierung der Audiogramme von 137 Beschäftigten an Doppelendprofilern

TYP 1	42 (30,66 %)	rechts
TYP 2	18 (13,14 %)	
TYP 3	40 (29,20 %)	
TYP 4	11 (8,03 %)	
TYP 5	10 (7,30 %)	
TYP 6	16 (11,68 %)	

TYP 1	44 (32,12 %)	links
TYP 2	15 (10,95 %)	
TYP 3	29 (21,17 %)	
TYP 4	16 (11,68 %)	
TYP 5	17 (12,41 %)	
TYP 6	16 (11,68 %)	

Typ 1	in 31,4 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 47,1 % der Fälle,
Typ 5	in 9,8 % der Fälle,
Typ 6	in 11,7 % der Fälle.

5.5.2. Maschinen, die vorwiegend in Sägewerken vor- kommen

Wie auf Seite 86 angeführt, sind die vorwiegende Lärmquelle in den Sägewerken die Vertikalgatter und die Kapp- oder Pendelsägen.

5.5.2.1. Vertikalgatter (VDMA 12.114)

Vertikalgatter gehören zu den "Sägemaschinen mit hin- und hergehendem Werkzeug" (EKHH). Am "Gatter" waren nur Männer beschäftigt. Ihr Lebensalter lag im Mittel bei 36,5 Jahren. Die Gesamtintensität betrug im Maximum 91,2 dB (A), im Minimum 88,8 dB (A) und im Beurteilungspegel 90,3 dB (A). Das Spektrogramm (Abb. 47) zeigt ein Breitbandgeräusch mit Hervorhebung der mf 2000 Hz (84,1 dB). Bei allen 26 Lärmmessungen bestand ein Breitbandgeräusch (100 % der Fälle). Die gemittelten Audiogramme (Abb. 48 a/b) zeigen beidseitig eine breite Senke bei 4 und 6 KHz mit Hörverlusten um 33 bis 34 dB. Bezieht man Tab. 38 a/b auf ein Ohr, dann findet man

Typ 1	in 36,5 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 44,2 % der Fälle,
Typ 5	in 7,7 % der Fälle,
Typ 6	in 11,5 % der Fälle.

Abb. 47: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Vertikalgattern

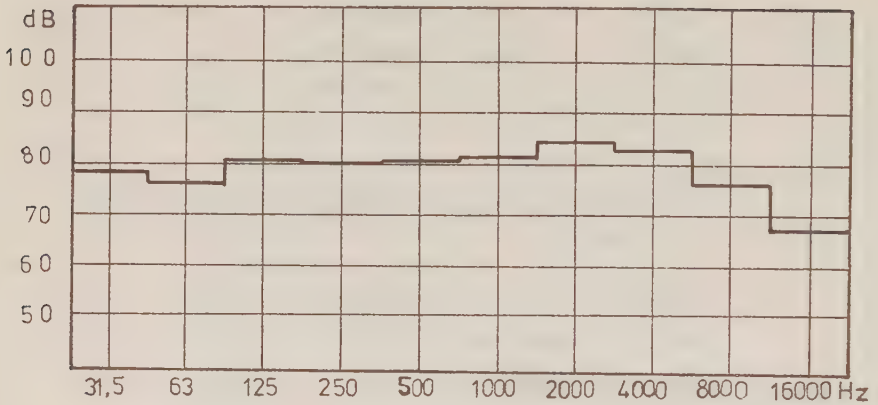
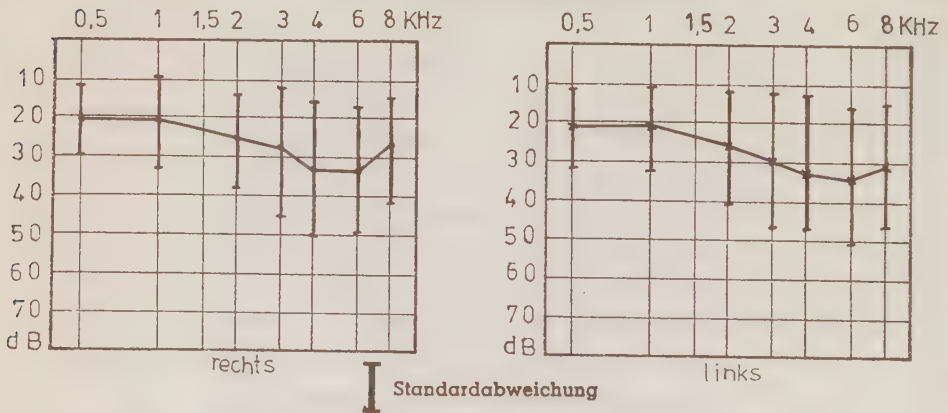


Abb. 48 a/b: Mittlere Hörverluste von 26 Beschäftigten an Vertikalgattern



Tab. 38 a/b: Klassierung der Audiogramme von 26 Beschäftigten an Vertikalgattern

TYP 1	9 (34,62 %)	rechts
TYP 2	7 (26,92 %)	
TYP 3	4 (15,38 %)	
TYP 4	2 (7,69 %)	
TYP 5	2 (7,69 %)	
TYP 6	2 (7,69 %)	

TYP 1	10 (38,46 %)	links
TYP 2	2 (7,69 %)	
TYP 3	2 (7,69 %)	
TYP 4	6 (23,08 %)	
TYP 5	2 (7,69 %)	
TYP 6	4 (15,38 %)	

5.5.2.2. Kapp- und Pendelsägen (VDMA 12.131.11.)

Kapp- und Pendelsägen gehören zu den "Einblatthubkreissägemaschinen" für Querschnitt mit kreisförmiger (bogenförmiger) Vorschubbewegung des Werkzeugs. An diesen Maschinen waren 15 Männer und 2 Frauen beschäftigt. Ihr mittleres Lebensalter lag bei 50,2 Jahren. Die Gesamtintensität betrug im Maximum 97,5 dB (A), im Minimum 87,1 dB (A) und im Beurteilungspegel 93,8 dB (A). Das Frequenzspektrum (Abb. 49) zeigt ein Breitbandgeräusch mit Hervorhebung von 2 KHz (84,4 dB) und 4 KHz (83,1 dB). Es fand sich in der Lärmklassierung zu 94,1 % ein Breitbandgeräusch, in 5,9 % ein Mittel- und Hochtongeräusch. Die gemittelten Audiogramme (Abb. 50 a/b) weisen insgesamt das ungünstigste Bild dieser Serie auf. Rechts liegt die Hörschwelle für 6 KHz, links für 4 KHz und 6 KHz bei mehr als 50 dB. Wie Tab. 39 a/b aufzeigt, waren auf dem linken Ohr überhaupt nur 2 von 17 Arbeitern ohne erwähnenswerten Hörverlust. Beide Ohren zusammengefaßt, kommt es zu

Typ 1	in 17,6 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 29,4 % der Fälle,
Typ 5	in 20,6 % der Fälle,
Typ 6	in 32,4 % der Fälle.

5.5.3. Maschinen, die vorwiegend in Furnierabteilungen vorkommen

Auf die Bedeutung dieser Maschinen wurde bereits auf Seite 91 hingewiesen. Die wichtigsten und häufigsten

Abb. 49: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Kapp- u. Pendelsägen

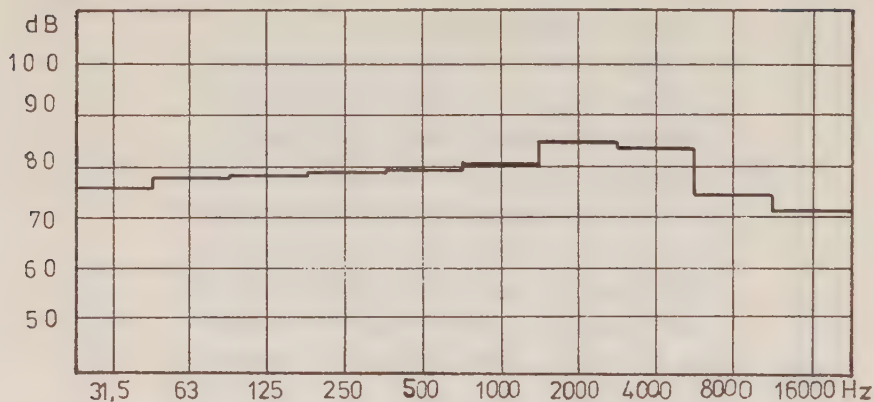
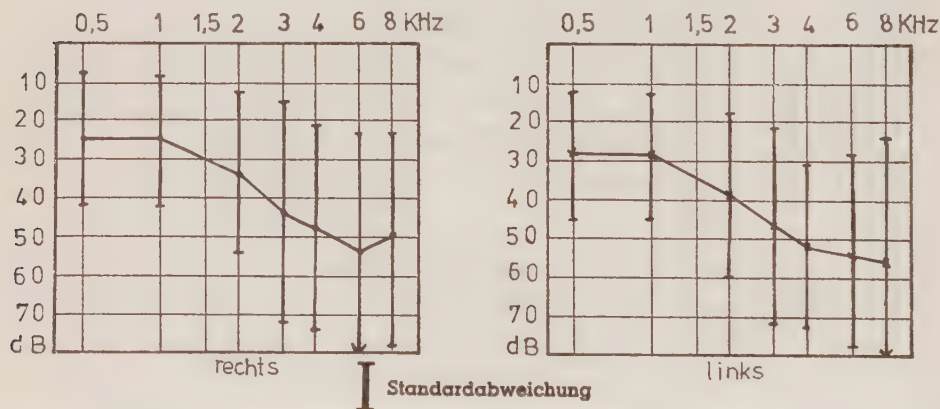


Abb. 50 a/b: Mittlere Hörverluste von 17 Beschäftigten an Kapp- u. Pendelsägen



Tab. 39 a/b: Klassierung der Audiogramme von 17 Beschäftigten an Kapp- u. Pendelsägen

TYP 1	4 (23,53 %)	rechts
TYP 2	1 (5,88 %)	
TYP 3	2 (11,77 %)	
TYP 4	0 (0,00 %)	
TYP 5	5 (29,41 %)	
TYP 6	5 (29,41 %)	

TYP 1	2 (11,76 %)	links
TYP 2	3 (17,65 %)	
TYP 3	2 (11,77 %)	
TYP 4	2 (11,77 %)	
TYP 5	2 (11,77 %)	
TYP 6	6 (35,29 %)	

Lärmquellen in diesen Tätigkeitsbereichen sind die Furnierrmessermaschinen und Furniertrockner.

5.5.3.1. Furnierrmessermaschinen (VDMA 11.422)

Furnierrmessermaschinen gehören zu den "Schneidemaschinen". Sie bewirken schichtabhebendes Teilen durch geradliniges Schneiden eines Stammes. Ihre Geräuschmission erscheint impulsähnlich, ist also von kurzen Pausen unterbrochen. Hier waren 19 Männer und 1o Frauen beschäftigt. Das mittlere Lebensalter lag bei 37,4 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 89,8 dB (A), im Minimum 86,2 dB (A) und im Beurteilungspegel 88,4 dB (A). Das Frequenzspektrogramm (Abb. 51) kann schon als Tieftongeräusch bezeichnet werden. Es bestand in der Lärmklassenbildung zu 65,5 % aus Breitbandgeräuschen und zu 34,5 % aus Tieftongeräuschen.

Die lärmuncharakteristischen, aber günstig zu beurteilenden gemittelten Audiogramme (Abb. 52 a/b) scheinen auf dem rechten Ohr etwas schlechter zu verlaufen. Wie aber Tab. 4o a/b zeigt, ergibt sich in den Audiogrammklassen eher das umgekehrte Bild.

Beide Ohren zusammengefaßt, findet sich

Typ 1	in 48,3 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 34,5 % der Fälle,
Typ 5	in 12,1 % der Fälle,
Typ 6	in 5,2 % der Fälle.

Abb. 51: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Furniermessermaschinen

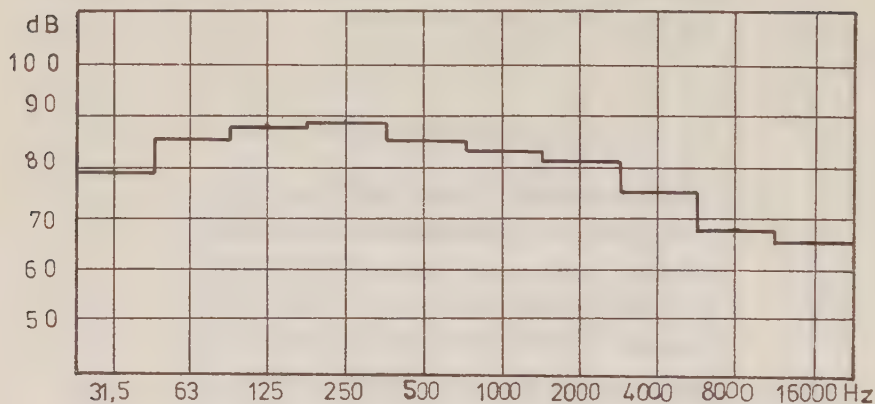
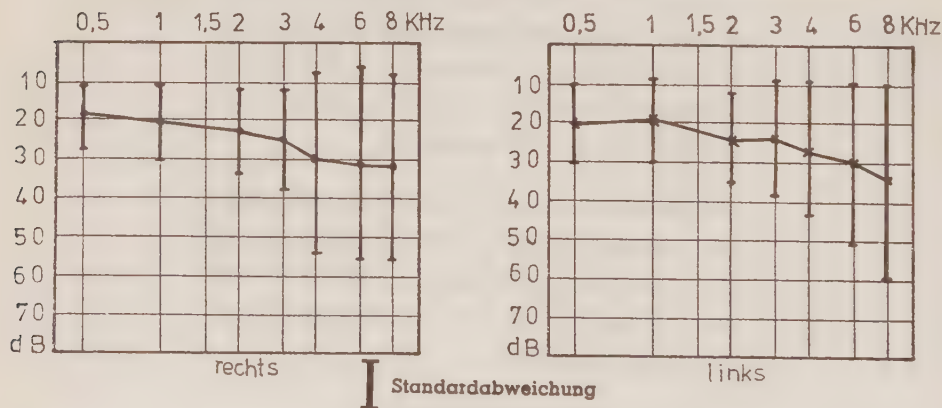


Abb. 52a/b: Mittlere Hörverluste von 29 Beschäftigten an Furniermessermaschinen



Tab. 40 a/b: Klassierung der Audiogramme von 29 Beschäftigten an Furniermessermaschinen

TYP 1	16 (55,17 %)	rechts
TYP 2	1 (3,45 %)	
TYP 3	4 (13,79 %)	
TYP 4	4 (13,79 %)	
TYP 5	3 (10,34 %)	
TYP 6	1 (3,45 %)	

TYP 1	12 (41,38 %)	links
TYP 2	3 (10,34 %)	
TYP 3	5 (17,24 %)	
TYP 4	3 (10,34 %)	
TYP 5	4 (13,79 %)	
TYP 6	2 (6,90 %)	

5.5.3.2. Furniertrockner (VDMA 42.2)

Furniertrockner gehören zu den "Maschinen und Anlagen zur Holzkonditionierung". Hier waren 11 Männer und 22 Frauen beschäftigt. Das mittlere Lebensalter lag bei 35,5 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 85,2 dB (A), im Minimum 81,7 dB (A) und im Beurteilungspegel 83,9 dB (A). Die Furniertrockner waren damit die am wenigsten geräuschintensiven Maschinen. Die Oktavbandanalyse (Abb. 53) zeigt ein Tieftongeräusch, dessen Maximum bei 125 Hz (84,4 dB) liegt. Es bestand zu 24,2 % aus Breitbandgeräuschen, zu 57,6 % aus Tieftongeräuschen und zu 18,2 % aus Geräuschen mit tonalem Beiklang. Die gemittelten Audiogramme (Abb. 54 a/b) überschreiten in keiner Frequenz eine Hörschwelle von 28 dB und sind damit die günstigsten dieser Fragestellung. Dies ist natürlich auch aus Tab. 41 a/b zu entnehmen. Für beide Ohren zusammengefaßt, findet sich

Typ 1	in 59,1 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 28,8 % der Fälle,
Typ 5	in 7,6 % der Fälle,
Typ 6	in 4,5 % der Fälle.

5.5.4. Maschinen, die keiner bestimmten Betriebsart zugeordnet werden können

Bis auf die zuletzt angeführte Hackmaschine (Zerhacker) gehören alle zu den Maschinen zum Spanen (VDMA 12), d.h. beim Trennen des Holzes wird Span abgenommen. Bei der Beurteilung der einzelnen und gemittelten Fre-

Abb. 53: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Furniertrocknern

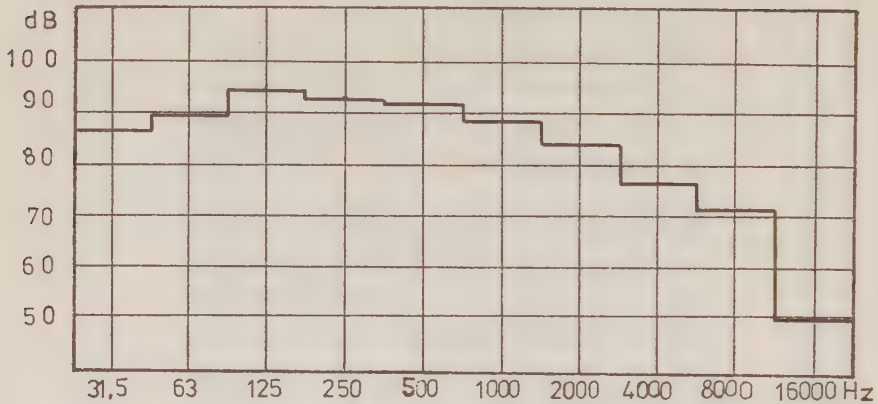
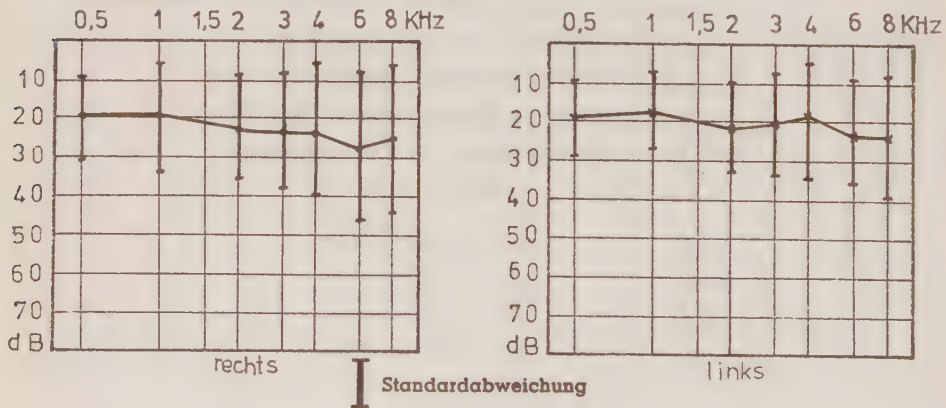


Abb. 54 a/b: Mittlere Hörverluste von 33 Beschäftigten an Furniertrocknern



Tab. 41 a/b: Klassierung der Audiogramme von 33 Beschäftigten an Furniertrocknern

TYP 1	18 (54,55 %)	rechts
TYP 2	0 (0,00 %)	
TYP 3	6 (18,18 %)	
TYP 4	5 (15,15 %)	
TYP 5	2 (6,06 %)	
TYP 6	2 (6,06 %)	

TYP 1	21 (63,64 %)	links
TYP 2	3 (9,09 %)	
TYP 3	3 (9,09 %)	
TYP 4	2 (6,06 %)	
TYP 5	3 (9,09 %)	
TYP 6	1 (3,03 %)	

quenzanalyse muß besonders hier bedacht werden, daß sie in nicht geringem Maße abhängig ist von der Beschaffenheit des Holzes, dem Baujahr der Maschine, der Qualität der Sägeblätter, Fräsmesser etc. und nicht zuletzt auch von der Tourenzahl, mit der die Maschinenmotoren "gefahren" werden.

5.5.4.1. Tischkreissägemaschinen (VDMA 12.131.36 und 12.131.37)

Tischkreissägemaschinen sollen als Repräsentant der "hublosen Ein- und Mehrblattkreissägen" vorgestellt werden. An Tischkreissägen waren 19 Männer und 12 Frauen beschäftigt. Ihr mittleres Lebensalter lag bei 37,6 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 93,9 dB (A), im Minimum 82,2 dB (A) und im Beurteilungspegel 89,8 dB (A). Die Frequenzanalyse (Abb. 55) zeigt ein typisches Breitbandgeräusch um 80 - 84 dB, das erst bei den Mittenfrequenzen von 8 und 16 KHz abfällt. In der Lärmklassenbildung bestand ein Breitbandgeräusch in 66,7 %, ein Mittel- und Hochtongeräusch in 6,45 %, ein Tieftongeräusch ebenfalls in 6,45 % und ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 19,4 %. In den gemittelten Tonaudiogrammen (Abb. 56 a/b), die annähernd seitengleich verlaufen, findet sich eine fast gleiche Hörschwelle bei 3 und 4 KHz, dagegen ein relativ deutlicher Abfall von 4 nach 6 KHz.

Aus der Audiogrammklassierung (Tab. 42 a/b) ergibt sich, bezogen auf beide Ohren

Abb. 55: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Tischkreissägemaschinen

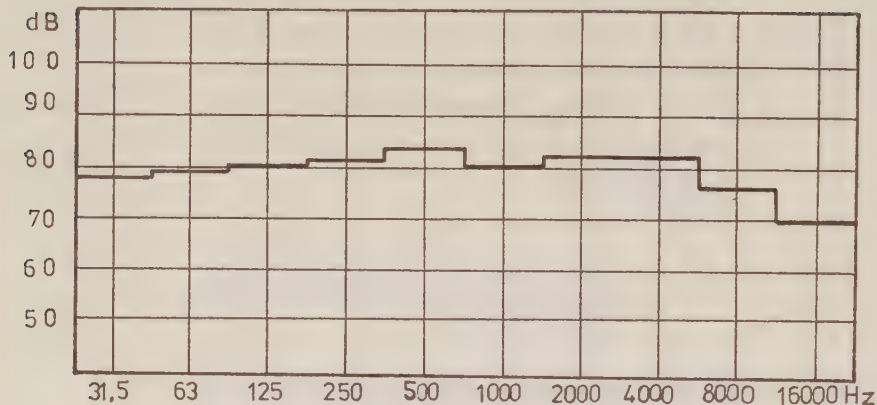
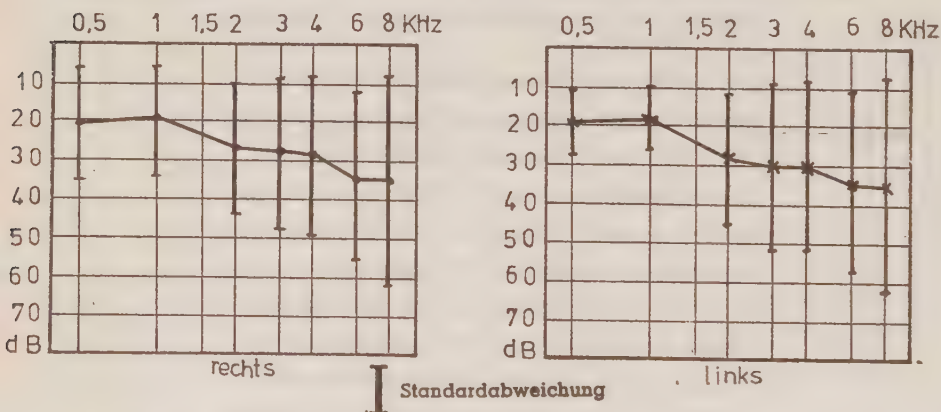


Abb. 56 a/b: Mittlere Hörverluste von 31 Beschäftigten an Tischkreissägemaschinen



Tab. 42 a/b: Klassierung der Audiogramme von 31 Beschäftigten an Tischkreissägemaschinen

TYP 1	11 (35,48 %)	rechts
TYP 2	4 (12,90 %)	
TYP 3	6 (19,35 %)	
TYP 4	3 (9,68 %)	
TYP 5	1 (3,23 %)	
TYP 6	6 (19,35 %)	

TYP 1	14 (45,16 %)	links
TYP 2	2 (6,45 %)	
TYP 3	7 (22,58 %)	
TYP 4	0 (0,00 %)	
TYP 5	2 (6,45 %)	
TYP 6	6 (19,35 %)	

Typ 1	in 40,3 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 35,5 % der Fälle,
Typ 5	in 4,8 % der Fälle,
Typ 6	in 19,4 % der Fälle.

5.5.4.2. Hobelmaschinen für mehrseitige Bearbeitung (VDMA 12.24 und 12.22)

Hierbei handelte es sich in der großen Mehrzahl um Vier-seitenhobelmaschinen. An ihnen waren bei unseren Untersuchungen 27 Männer und 2 Frauen beschäftigt. Ihr mittleres Lebensalter lag bei 40,6 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 96,9 dB (A), im Minimum 90,3 dB (A) und im Beurteilungspegel 94,5 dB (A). Das Frequenzspektrogramm (Abb. 57) zeigt eine Hervorhebung der Frequenzen von 0,5 bis 2 KHz mit Pegel um 88 - 91 dB. Es könnte also als ein "Mittel-tongeräusch" bezeichnet werden. Da wir aber keine Trennung zwischen Mittel- und Hochtongeräuschen vorgenommen haben, müssen wir es definitionsgemäß den Breitbandgeräuschen zurechnen, wie dies in der Lärmklassenbildung in 93,1 % aller an dieser Maschine ausgewerteten Spektren geschah. 6,9 % wurden hierbei den Geräuschen mit tonalem Beiklang zugeordnet.

Die nahezu seitengleich verlaufenden gemittelten Audiogramme (Abb. 58 a/b) sind beidseitig durch die Besonderheit von zwei Senkenbildungen gekennzeichnet: neben denen bei 6 KHz finden sich auch Senken bei 3 KHz. Die Senken der Audiogramme liegen rechts bei einer Schwelle von 36 dB, links von 37 dB, während das Hör-

Abb. 57: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Mehrseitenhobelmaschinen

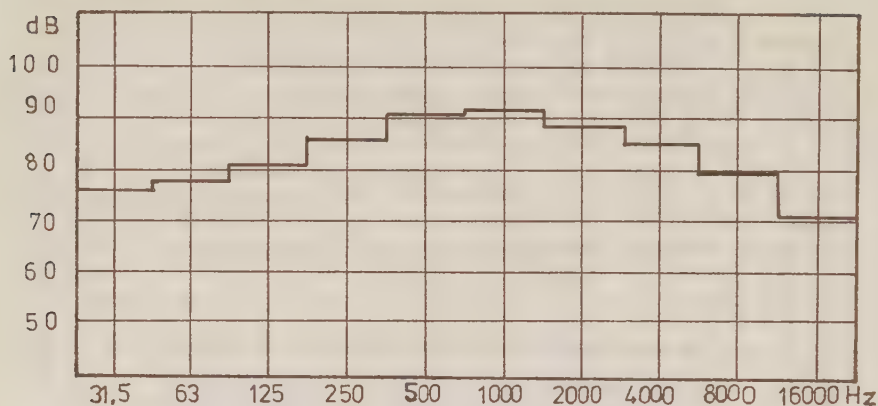
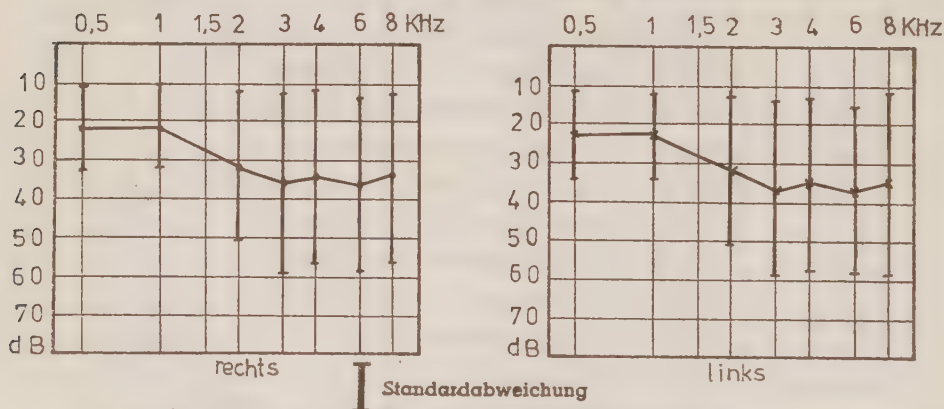


Abb. 58 a/b: Mittlere Hörverluste von 29 Beschäftigten an Mehrseitenhobelmaschinen



Tab. 43 a/b: Klassierung der Audiogramme von 29 Beschäftigten an Mehrseitenhobelmaschinen

TYP 1	14 (48,28 %)	rechts
TYP 2	0 (0,00 %)	
TYP 3	6 (20,69 %)	
TYP 4	0 (0,00 %)	
TYP 5	1 (3,45 %)	
TYP 6	8 (27,59 %)	

TYP 1	9 (31,03 %)	links
TYP 2	2 (6,90 %)	
TYP 3	6 (20,69 %)	
TYP 4	3 (10,34 %)	
TYP 5	1 (3,45 %)	
TYP 6	8 (27,59 %)	

vermögen bei 4 KHz beidseitig um rund 2 dB besser ist. Dieser Befund steht allerdings gut im Einklang mit der Intensitätsverteilung im Spektrogramm, in dem die mittelfrequenten Anteile die größte Intensität erreichen.

Zeigt sich im allgemeinen eine Audiogrammklassenbildung der Aussagekraft eines gemittelten Audiogrammes überlegen, so geht dieser Befund aus Tab. 43 a/b nicht hervor. Auffällig ist dennoch der hohe prozentuale Anteil der Lärmschwerhörigkeit. Für beide Ohren ergibt sich

Typ 1	in 39,7 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 29,3 % der Fälle,
Typ 5	in 3,5 % der Fälle,
Typ 6	in 27,6 % der Fälle.

5.5.4.3. Tischfräsmaschinen (VDMA 12.31.1)

Tischfräsmaschinen sollen als Repräsentant der Fräsmaschinen (Kehlmaschinen) vorgestellt werden. An ihnen waren 28 Männer und 4 Frauen beschäftigt. Ihr mittleres Lebensalter lag bei 35,6 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 90,5 dB (A), im Minimum 85,0 dB (A) und im Beurteilungspegel 88,7 dB (A). Die Frequenzanalyse (Abb. 59) zeigt ein Breitbandgeräusch, in dem sich die Frequenzen 250 Hz bis 2 KHz um 80 dB bewegen. Auch die Lärmklassierung brachte in 100 % Breitbandgeräusche. In den mittleren Audiogrammen (Abb. 60 a/b) fällt eine Seitendifferenz zu Ungunsten des linken Ohres auf. Dies kommt noch deutlicher in Tab. 44 a/b zum Ausdruck, in der links-

Abb. 59: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Tischfräsmaschinen

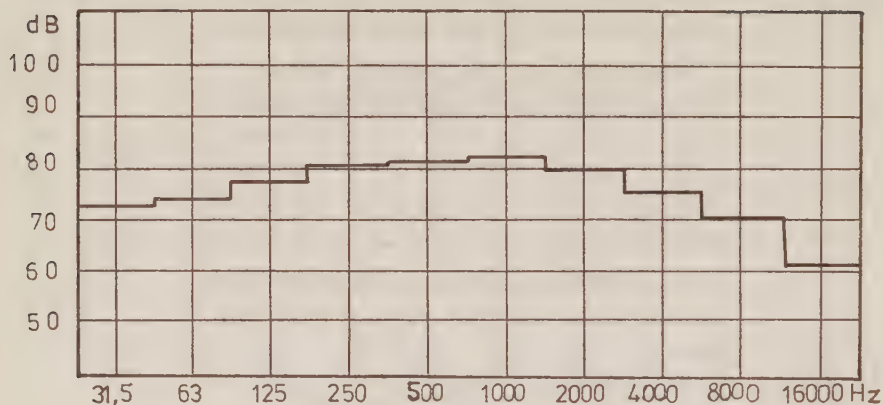
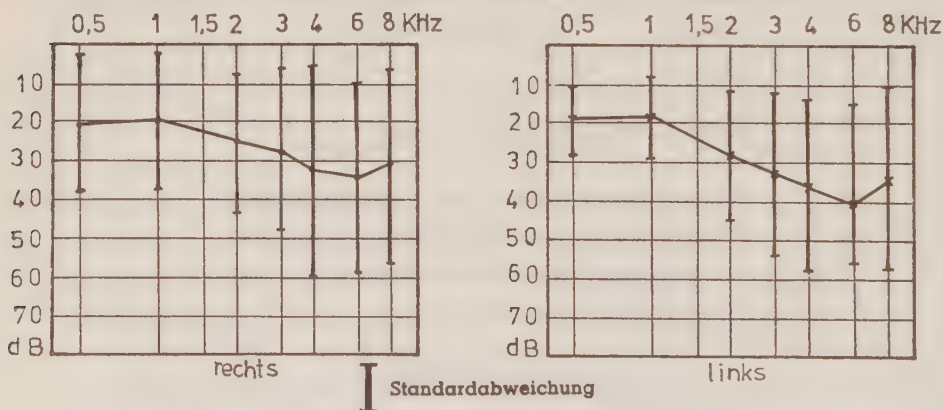


Abb. 60 a/b: Mittlere Hörverluste von 32 Beschäftigten an Tischfräsmaschinen



Tab. 44 a/b: Klassierung der Audiogramme von 32 Beschäftigten an Tischfräsmaschinen

TYP 1	13 (40,63 %)	rechts
TYP 2	3 (9,37 %)	
TYP 3	4 (12,50 %)	
TYP 4	4 (12,50 %)	
TYP 5	5 (15,63 %)	
TYP 6	3 (9,37 %)	

TYP 1	8 (25,00 %)	links
TYP 2	2 (6,25 %)	
TYP 3	6 (18,75 %)	
TYP 4	6 (18,75 %)	
TYP 5	5 (15,63 %)	
TYP 6	5 (15,63 %)	

seitig 15 % weniger als rechts ohne nennenswerte Schädigung geblieben sind und in der auch die mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit rechts um 6 % geringer ist als auf dem linken Ohr.

Errechnet man die Audiogrammklassierung für beide Ohren, so ergibt sich

Typ 1	in 32,8 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 39,1 % der Fälle,
Typ 5	in 15,6 % der Fälle,
Typ 6	in 12,5 % der Fälle.

5.5.4.4. Bandschleifmaschinen (VDMA 12.72)

Bandschleifmaschinen kommen zwar fast überall in der Holzverarbeitenden Industrie vor, finden sich aber besonders häufig in der Stuhlmöbelindustrie. An diesen Maschinen waren 15 Männer und 5 Frauen beschäftigt, deren mittleres Lebensalter bei 38,0 Jahren lag.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 87,5 dB (A), im Minimum 84,2 dB (A) und im Beurteilungspegel 86,1 dB (A). Die Spektralanalyse (Abb. 61) ist nahezu identisch mit dem Spektrogramm der gesamten Schleifabteilungen (Abb. 11), deren wichtigsten Repräsentanten diese Maschine darstellt. Es bestand in 100 % der Fälle ein Breitbandgeräusch. Auch die gemittelten Audiogramme (Abb. 62 a/b) zeigen einen ungefähr gleichen Verlauf, ebenso wie prozentuale Verteilung der Audiogrammtypen (Tab. 45 a/b).

Abb. 61: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Bandschleifmaschinen

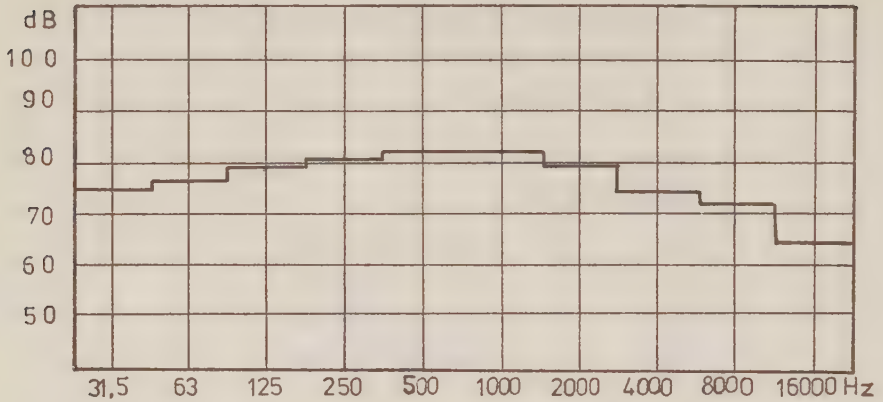
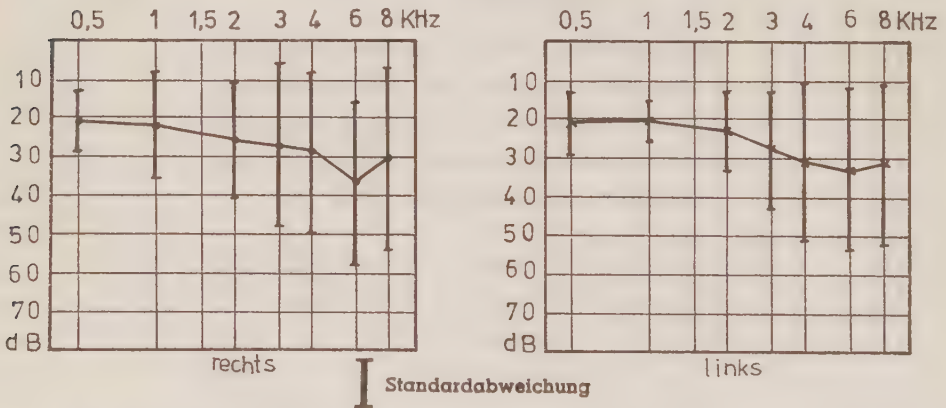


Abb. 62 a/b: Mittlere Hörverluste von 20 Beschäftigten an Bandschleifmaschinen



Tab. 45 a/b: Klassierung der Audiogramme von 20 Beschäftigten an Bandschleifmaschinen

TYP 1	7 (35,00 %)	rechts
TYP 2	2 (10,00 %)	
TYP 3	4 (20,00 %)	
TYP 4	4 (20,00 %)	
TYP 5	1 (5,00 %)	
TYP 6	2 (10,00 %)	

TYP 1	8 (40,00 %)	links
TYP 2	2 (10,00 %)	
TYP 3	4 (20,00 %)	
TYP 4	2 (10,00 %)	
TYP 5	3 (15,00 %)	
TYP 6	1 (5,00 %)	

Auf beide Ohren bezogen, findet sich

Typ 1	in 37,5 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 45,0 % der Fälle,
Typ 5	in 10,0 % der Fälle,
Typ 6	in 7,5 % der Fälle.

5.5.4.5. Hackmaschinen (VDMA 11.21)

Zuletzt soll eine Maschine besprochen werden, die zwar nicht sehr häufig vorkommt, aber wegen ihrer starken Lärmemission besonderer Beachtung bedarf. Der "Zerhacker" gehört zu den Maschinen, die ohne Spanabnahme trennen. Er verarbeitet sonst nicht mehr verwertbare Holzreste zu Brennholz. Es waren nur Männer an dieser Maschine beschäftigt, ihr Lebensalter lag bei durchschnittlich 43,3 Jahren.

Die Gesamtintensität betrug im Maximum 104,9 dB (A), im Minimum 93,7 dB (A) und im Beurteilungspegel 101,3 dB (A). Damit wiesen sich die Hackmaschinen als stärkste Lärmquelle der gesamten Holzindustrie aus. Wie Abb. 63 zeigt, handelt es sich bei der Spektralanalyse um ein Breitbandgeräusch, das durch extrem hohe Pegel schon in den tiefsten Frequenzen gekennzeichnet ist. Bei einem Bautyp wurde bei der mittleren Frequenz von 31,5 Hz ein maximaler Pegel von 110 dB gemessen.

Wie wir auf S. Seite 50 anführten, wurde deshalb diese Frequenz bei Berechnung der Lärmklassen für Hackmaschinen mit einbezogen. Es fand sich in 71,4 % ein Breitbandgeräusch, in 28,6 % ein Geräusch mit tonalem Beiklang. Die gemittelten Audiogramme (Abb. 64 a/b) zeigen Senkentiefpunkte bei 6 KHz um 48 - 49 dB,

Abb. 63: Mittleres Oktav-Frequenzspektrum von Hackmaschinen

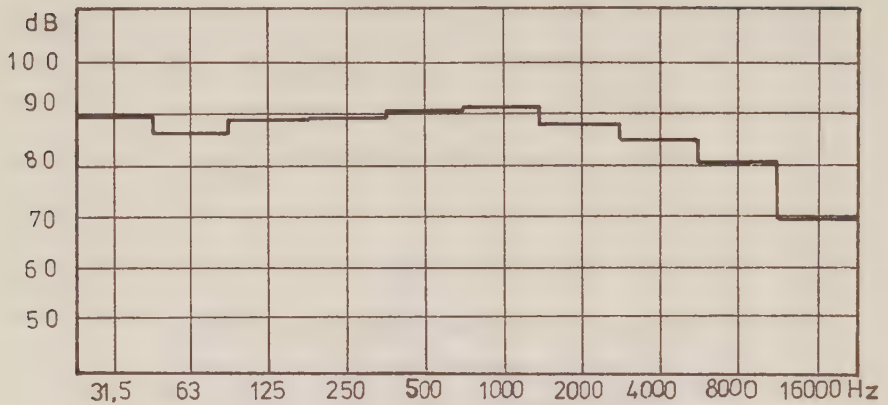
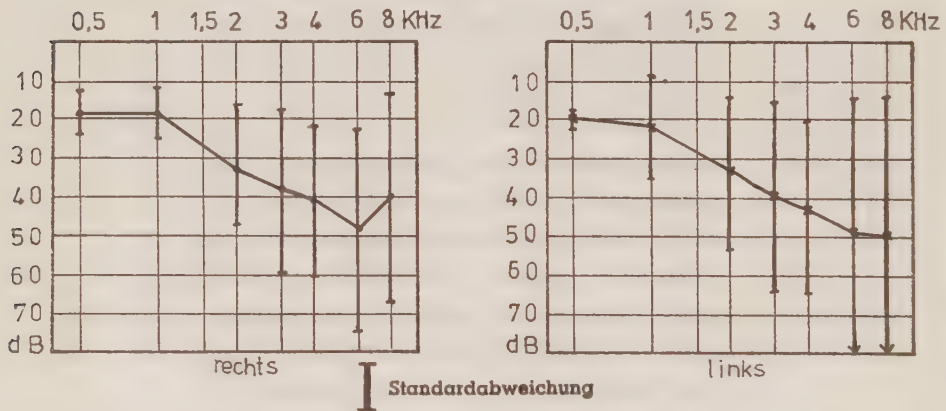


Abb. 64 a/b: Mittlere Hörverluste von 7 Beschäftigten an Hackmaschinen



Tab. 46 a/b: Klassierung der Audiogramme von 7 Beschäftigten an Hackmaschinen

TYP 1	2 (28,57 %)	rechts
TYP 2	0 (0,00 %)	
TYP 3	1 (14,29 %)	
TYP 4	0 (0,00 %)	
TYP 5	1 (14,29 %)	
TYP 6	3 (42,86 %)	

TYP 1	1 (14,29 %)	links
TYP 2	1 (14,29 %)	
TYP 3	0 (0,00 %)	
TYP 4	2 (28,57 %)	
TYP 5	1 (14,29 %)	
TYP 6	2 (28,57 %)	

wobei allerdings auf dem linken Ohr bei 8 KHz die Hörschwelle weiter abfällt. Neben den Arbeitern, die an Kapp- und Pendelsägen arbeiten, finden sich hier die ungünstigsten tonaudiometrischen Bilder. Das Gleiche läßt sich über die Audiogrammklassierung sagen (Tab. 46 a/b). Für beide Ohren ergibt sich

Typ 1	in 21,4 % der Fälle,
Typ 2 - 4	in 28,6 % der Fälle,
Typ 5	in 14,3 % der Fälle,
Typ 6	in 35,7 % der Fälle.

5.5.5. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur

3. Fragestellung

Tab. 5 a im Anhang gibt die tatsächliche Häufigkeitsverteilung f der Audiogrammtypen, die sich an den besprochenen Lärmquellen finden, wieder. Die Typen 2 - 4, die hinsichtlich ihres Hörverlustes gleichwertig zu beurteilen sind, wurden wiederum zu einer Gruppe zusammengefaßt. Demgegenüber zeigt Tab. 5 b (Anhang) die erwarteten Häufigkeiten f_e bei statistischer Gleichverteilung und Tab. 5 c (Anhang) die "Einzel- χ^2 -Werte". Hieraus ergeben sich die in Tab. 47 dargestellten signifikanten Unterschiede der Audiogrammtypenhäufigkeiten.

Tab. 4/7: Signifikante Häufigkeiten von Audiogrammtypen bei den wichtigen Holzbearbeitungsmaschinen

Limquellen	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Aufteilautomaten	NS	NS	NS	NS
Überfurnierpressen	+ SS	- SS	NS	NS
Kantenverleimmaschinen	NS	NS	NS	NS
Doppelendprofiler	NS	+ S	NS	NS
Vertikalgatter	NS	NS	NS	NS
Kapp- und Pendelsägen	NS	NS	NS	+ SS
Furniermessermaschinen	NS	NS	NS	NS
Furniertrockner	+ SS	NS	NS	NS
Tischkreissägemaschinen	NS	NS	NS	NS
Mehrseitenhobelmaschinen	NS	NS	NS	+ SS
Tischfräsmaschinen	NS	NS	NS	NS
Bandschleifmaschinen	NS	NS	NS	NS
Hackmaschinen	NS	NS	NS	+ S

NS = keine Signifikanz

SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

+ = signifikant häufigeres Auftreten

- = signifikant selteneres Auftreten

Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit α von $\leq 0,001$ % besteht eine mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit bei Arbeitern an Kapp- und Pendelsägen und Arbeitern an Mehrseitenhobelmaschinen sehr signifikant, bei Arbeitern an Hackmaschinen (Zerhackern) signifikant häufiger als bei Gleichverteilung zu erwarten wäre. Bei Arbeitern an Doppelendprofilern findet sich eine "signifikant" größere Häufigkeit der Audiogramme mit Lärnhörschäden ohne soziale Beeinträchtigungen. Diese Audiogrammtypen treten bei Arbeiten an Überfurnierpressen sehr signifikant seltener auf. Dafür finden sich an dieser Lärmquelle die nicht Hörgeschädigten ebenso wie an den Furniertrocknern sehr signifikant häufiger. Die Audiogrammklassen für alle anderen Lärmquellen zeigen Normalverteilung.

5.6. Ergebnisse zur 4. Fragestellung

Bestehen Unterschiede der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung zwischen den verschiedenen Tätigkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie?

Da bekannt ist, daß bei einem vorgeschädigtem Ohr eine in Abhängigkeit von der PTS geringere TTS entsteht, kann nicht eindeutig abgeleitet werden, daß der Betrieb mit den prozentual höchsten Anteilen der TTS-Klassen A und B auch am stärksten gehörschädigend wirkt, sondern in erster Linie, wie groß die Gefahr einer weiteren Hörschädigung bzw. einer Vermehrung derselben ist. Die Auswertung der Tätigkeiten in den Lackier- und Bohrabteilungen mußte wegen zu kleiner Kollektive entfallen.

5.6.1. Tätigkeit in Maschinensälen

Hier kamen 299 Personen zur Auswertung. Tab. 48 zeigt die Häufigkeitsauszählung innerhalb der TTS-Klassen A - E.

Tab. 48:

TTS-Klasse	N	%
A	50	16,7
B	81	27,1
C	94	31,4
D	45	15,1
E	29	9,7

(Prozentangaben, bezogen auf $n = 299$)

In den Maschinensälen besteht also in 43,8 % (Klasse A und B) eine deutliche bis merkbare Hörgefährdung. 31,4 % der Arbeiter (Klasse C) sind wahrscheinlich nicht, 24,8 % mit Sicherheit nicht hörgefährdet (Klasse D und E).

5.6.2. Tätigkeit in Montagehallen

Hier wurde die TTS nur bei einer kleineren Stichprobe von 22 Personen ermittelt (Tab. 49).

Tab. 49:

TTS-Klasse	N	%
A	2	9,1
B	3	13,6
C	9	40,9
D	4	18,2
E	4	18,2

(Prozentangaben, bezogen auf $n = 22$)

Danach erscheinen in Montagehallen 22,7 % deutlich bis merkbar gefährdet; 40,9 % sind wahrscheinlich nicht und 36,4 % der Arbeiter mit Sicherheit nicht gefährdet.

5.6.3. Tätigkeit in Sägewerken

Tab. 50:

TTS-Klasse	N	%
A	8	16,0
B	15	30,0
C	18	36,0
D	3	6,0
E	6	12,0

(Prozentangaben, bezogen auf $n = 50$)

Wie aus Tab. 50 hervorgeht, erscheinen 46 % der Arbeiter in Sägewerken deutlich bis merkbar gefährdet, 36 % sind wahrscheinlich nicht gefährdet, 18 % mit Sicherheit nicht gefährdet.

5.6.4. Tätigkeit in den Schleifabteilungen

Tab. 51:

TTS-Klasse	N	%
A	2	6,1
B	9	27,2
C	11	33,3
D	6	18,2
E	5	15,2

(Prozentangaben, bezogen auf $n = 33$)

Tab. 51 zeigt, daß in den Schleifabteilungen ein Drittel der Arbeiter erheblich bis merkbar gefährdet, das zweite Drittel wahrscheinlich nicht, das dritte Drittel mit Sicherheit nicht gefährdet ist.

5.6.5. Tätigkeit in Furnierabteilungen

Tab. 52:

TTS-Klassen	N	%
A	6	13,0
B	9	19,6
C	16	34,8
D	9	19,6
E	6	13,0

(Prozentangaben, bezogen auf n = 46)

32,6 % der Arbeiter in Furnierabteilungen erscheinen nach Tab. 52 merkbar bis deutlich gefährdet; 34,8 % sind wahrscheinlich nicht, 32,6 % mit Sicherheit nicht gefährdet.

5.6.6. Nicht maschinelle, manuelle Tätigkeiten

Tab. 53:

TTS-Klasse	N	%
A	6	10,0
B	18	30,0
C	20	33,3
D	9	15,0
E	7	11,7

(Prozentangaben, bezogen auf n = 60)

Nach Tab. 53 erscheinen in diesem Tätigkeitsbereich 40,0 % der Arbeiter gefährdet, 33,3 % wahrscheinlich nicht und 26,7 % mit Sicherheit nicht gefährdet.

5.6.7. Statistische Zusammenfassung der Ergebnisse zur 4. Fragestellung

Tab. 6 a im Anhang faßt noch einmal die Häufigkeiten der pathologischen TTS-Klassen A und B zusammen und stellt sie den nicht pathologischen C - E gegenüber. Die nach der " X^2 -Mehrfachanordnung" zu erwartende Häufigkeiten zeigt Tab. 6 b (Anhang). Die Häufigkeitsverteilung der TTS-Klassen A, B und C - E läßt danach bei den verschiedenen Betriebsarten in keinem Fall signifikante Unterschiede erkennen.

5.7. Ergebnisse zur 5. Fragestellung

Welcher Zusammenhang besteht zwischen der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung und der Lärmexposition?

5.7.1. Zusammenhang zwischen Lärmexpositionsdauer und TTS

Abb. 3 zeigt die Zahl der Lärmarbeitsjahre aller untersuchten Probanden. Von den zur Auswertung gekommenen 534 Personen, bei denen die TTS-Klasse ermittelt wurde, hatten 505 (94,6 %) im Lärm gearbeitet und zwar:

Tab. 54:

< 1 Jahr	:	62 Personen (12,3 %)
1 - 3 Jahre	:	92 Personen (18,2 %)
4 - 10 Jahre	:	93 Personen (18,4 %)
11 - 20 Jahre	:	108 Personen (21,4 %)
> 20 Jahre	:	150 Personen (29,7 %)

(n = 505)

Für die in Tab. 54 aufgeführten Personen wurde eine Korrelation zwischen Lärmarbeitsjahren und TTS-Klassen durchgeführt (Tab. 55).

Tab. 55:

TTS-Klasse	< 1 LAJ	1-3 LAJ	4-10 LAJ	11-20 LAJ	> 20 LAJ
A	12	18	12	12	14
B	18	26	36	31	27
C	14	24	22	43	60
D	10	17	14	10	26
E	8	7	9	12	23

(LAJ = Lärmarbeitsjahre)

Errechnet man hieraus jeweils den prozentualen Anteil der "pathologischen" Klassen A und B, so ergeben sich

für < 1 LAJ	:	48,4 %
für 1 - 3 LAJ	:	47,8 %
für 4 - 10 LAJ	:	51,6 %
für 11 - 20 LAJ	:	39,8 %
für > 20 LAJ	:	27,3 %

Während sich demnach innerhalb der ersten 10 LAJ keine größere Differenzen zeigen, fällt der Anteil der TTS-

Klassen A und B nach 11 - 20 LAJ gegenüber den ersten 10 LAJ um fast 10 % und nach mehr als 20 LAJ gegenüber 11 - 20 LAJ um mehr als 10 %.

Für die statistische Prüfung auf Signifikanz nach der χ^2 -Mehrfachanordnung wurden die als nicht pathologisch anzusehenden Klassen C, D und E zu einer Gruppe zusammengefaßt. Anhangstab. 7 a stellt die so beobachteten Häufigkeiten f der TTS-Klassen A, B und C - E den bei statistischer Gleichverteilung erwarteten (Anhangstab. 7 b) f_e und den sich hieraus ergebenden "Einzel- χ^2 -Werten" (Anhangstab. 7 c) gegenüber. Danach resultieren folgende Signifikanzen (Tab. 56):

Tab. 56:

LAJ	Klasse A	Klasse B	Klassen C - E
< 1	NS	NS	NS
1 - 3	NS	NS	NS
4 - 10	NS	+ S	NS
11 - 20	NS	NS	NS
> 20	NS	- S	+ S

NS = nicht signifikant

S. = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

+ = signifikant größere Häufigkeit

- = signifikant geringere Häufigkeit

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,259\%$ zeigen die Arbeiter mit 4 - 10 LAJ eine signifikant größere Häufigkeit der Klasse B, in der der durchschnittliche Hörverlust in den Frequenzen 3, 4 und 6 bezogen auf beide Ohren 5 - 9 dB beträgt. Dagegen findet sich bei Arbeitern mit mehr als 20 Jahren Lärmbelastung ein

signifikant geringeres Auftreten der Klasse B, während die nicht als pathologisch zu bezeichnenden Klassen C - E bei ihnen signifikant häufiger vorkommen.

5.7.2. Zusammenhang zwischen gegenwärtiger Lärmexposition und TTS

Es ist keine neue Erkenntnis, daß mit zunehmender Lärmbelastung am Arbeitsplatz die zeitweilige Hörschwellenverschiebung zunimmt. Tab. 57 veranschaulicht dies am Beispiel der Holzverarbeitenden Industrie. Die TTS-Klassen wurden hierbei zu Beurteilungspegelklassen in Beziehung gesetzt.

Tab. 57:

TTS-Klasse	<85 dB (A)	85-89 dB(A)	90-99 dB(A)	≥100 dB(A)
A	5	14	43	12
B	17	35	80	10
C	31	43	90	9
D	17	21	39	4
E	14	16	29	2

Die TTS-Klasse A, die eine deutliche Gehörgefährdung für die Probanden ausdrückt, hat bei einem Beurteilungspegel, der geringer als 85 dB (A) ist, einen prozentualen Anteil von 6,0 %, steigt bei 85 - 89 dB (A) auf 10,9 %, bei 90 - 99 dB (A) auf 15,3 %, um bei 100 dB (A) und mehr mit 32,4 % ihr Maximum zu erreichen. Bezieht man die TTS-Klasse B mit ein, ergeben sich bei < 85 dB (A) 26,2 %, bei 85 - 89 dB (A) 38,0 %, bei 90 - 99 dB (A) 43,8 % und schließlich bei ≥100 dB (A) 59,5 %. Es be-

steht folglich eine direkte Proportionalität zwischen Schalldruck und temporärer Schwellenabwanderung. Anhangstab. 8 a zeigt die beobachteten Häufigkeiten f , Tab. 8 b die bei Gleichverteilung zu erwartenden Häufigkeiten f_e , Tab. 8 c die "Einzel- χ^2 -Werte". Auch hier wurden die TTS-Klassen C, D und E zusammengefaßt. Im Vergleich mit den erwarteten Häufigkeiten läßt sich erkennen, daß bei Lärmbelastungen unter 85 dB (A) die tatsächlichen Häufigkeiten der pathologischen TTS-Klasse A besonders niedrig sind, während andererseits die Häufigkeiten der nicht pathologischen TTS-Klassen C - E unter diesen Beurteilungspegeln größer sind.

Dagegen findet sich bei Lärmbelastung von mehr als 100 dB (A) bei TTS-Klasse A eine mehr als doppelt so große Häufigkeit gegenüber den bei Gleichverteilung zu erwartenden Zahlenwert. Hier liegen, wie Tab. 58 zeigt, auch die signifikanten Unterschiede.

Tab. 58:

Beurteilungspegel	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klassen C-E
< 85 dB (A)	- S	NS	+ S
85 - 89 dB (A)	NS	NS	NS
90 - 99 dB (A)	NS	NS	NS
≥ 100 dB (A)	+ SS	NS	NS

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

+

= signifikant häufigeres Auftreten

-

= signifikant selteneres Auftreten

5.8. Ergebnisse zur 6. Fragestellung

Welche arbeitsplatzabhängigen Faktoren können eine Schädigung des Gehörs bedingen, die zu sozialen Beeinträchtigungen führt?

Als Grenzwert für einen Einbruch in das Flüstersprachegehör wird allgemein ein Hörverlust im Audiogramm von 40 dB (A) bei 3 KHz benannt.

Bei 824 Arbeitern und Arbeiterinnen der Holzverarbeitenden Industrie wurde dieser Grenzwert in

149 Fällen (18,1 %) auf beiden Ohren, in
36 Fällen (4,4 %) auf dem rechten Ohr und in
61 Fällen (7,4 %) auf dem linken Ohr

überschritten.

Wir wollen untersuchen, welche exogenen ätiologischen Faktoren hierfür verantwortlich gemacht werden können.

5.8.1. Zusammenhang zwischen Hörschäden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör und der Zahl der Lärm- arbeitsjahre

Die mittlere Lärmarbeitszeit lag für die Probanden mit Hörverlusten von:

> 40 dB beiderseits bei 3 KHz	bei 20,17 Jahren
> 40 dB rechts bei 3 KHz	bei 17,25 Jahren
> 40 dB links bei 3 KHz	bei 15,94 Jahren
≤ 40 dB beidseitig bei 3 KHz	bei 10,70 Jahren

Die Signifikanzbestimmung nach dem t-Test zeigt Tab. 59.

Tab. 59:

	≤ 40 dB bds	> 40 dB re	> 40 dB li	> 40 dB bds
> 40 dB bds	SSS	NS	S	x
> 40 dB links	SSS	NS	x	
> 40 dB rechts	SSS	x		
≤ 40 dB bds	x			

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau

Es finden sich also im Vergleich zwischen Arbeitern mit ein- oder beidseitigen Hörverlust von mehr als 40 dB und Arbeitern mit solchen von weniger gleich 40 dB höchst signifikante Unterschiede (0,1%-Niveau). Ein Signifikanzunterschied auf dem 5%-Niveau zeigt sich im Vergleich zwischen beidseitigen Hörverlusten und einseitigen Hörverlusten links.

5.8.2. Zusammenhang zwischen Hörschaden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör und Lärmbelastung am Arbeitsplatz

Um zu sehen, ob und in wie weit der Lärm am Arbeitsplatz einen Einfluß auf die Ausbildung eines Lärmhörschadens hat, der zu sozialen Beeinträchtigungen führt, wurde eine Korrelation zwischen dem Hörverlustgrenz-

wert 40 dB bei 3 KHz und dem Beurteilungspegel vorge-
nommen. Als unteren Grenzwert für den Beurteilungspe-
gel wählten wir in Übereinstimmung mit der VDI-Richt-
linie 2058 Bl. 2 (109) 90 dB (A) (Tab. 60).

Tab. 60:

	<u>B e u r t e i l u n g s p e g e l</u>			
Hörverlust bei 3 KHz	> 90 dBA	91-95 dBA	96-100 dBA	101-110 dBA
> 40 dB(A) bds	74 (49,7%)	35 (23,5%)	28 (18,8%)	12 (8,0%)
> 40 dB(A) rechts	16 (44,4%)	10 (22,8%)	8 (22,2%)	2 (5,6%)
> 40 dB(A) links	26 (42,6%)	24 (39,3%)	11 (18,0%)	0 (0,0%)
≤ 40 dB(A) bds	361 (62,9%)	152 (26,5%)	44 (7,7%)	17 (3,0%)

(Prozentangaben, bezogen auf Zeilensummen)

Die Signifikanzberechnung wurde wiederum nach der χ^2 -
Mehrfachordnung durchgeführt. Tab. 9 a im Anhang zeigt
die bei Gleichverteilung zu erwartenden Häufigkeiten,
Tab. 9 b die "Einzel- χ^2 -Quadrate". Daraus resultieren
bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,001$ % fol-
gende Signifikanzen (Tab. 61):

Tab. 61:

	<u>B e u r t e i l u n g s p e g e l</u>			
Hörverlust bei 3 KHz	90 dB(A)	91-95 dB(A)	96-100 dB(A)	< 100 dB(A)
> 40 dB bds.	NS	NS	+ SS	+ S
> 40 dB re.	NS	NS	NS	+ SS
> 40 dB li.	NS	NS	NS	NS
≤ 40 dB bds.	NS	NS	- S	NS

Man erkennt, daß bei Schallpegeln bis 95 dB (A) keine signifikanten Unterschiede auftreten. In der Beurteilungsklasse 96 - 100 dB (A) finden sich Personen mit beidseitigem Einbruch in das Flüstersprachegehör sehr signifikant häufiger, Personen ohne soziale Beeinträchtigung des Gehörs dagegen signifikant seltener. Bei der kleinen Beurteilungspegelgruppe von mehr als 100 dB (A) kommen die beidseitig Geschädigten signifikant, die rechtsseitig Geschädigten sehr signifikant häufiger gegenüber einer Gleichverteilung vor.

5.8.3. Zusammenhang zwischen Hörschäden mit Einbruch in das Flüstersprachegehör und Frequenzcharakteristik des Lärms.

Von den 246 Probanden, die zumindest auf einem Ohr einen Hörschaden von mehr als 40 dB bei 3 KHz aufwiesen, konnte in 240 Fällen eine Frequenzanalyse durchgeführt werden. Bei der Auswertung wurde keine Trennung mehr zwischen einseitigen oder beidseitigen Hörverlusten von mehr als 40 dB bei 3 KHz vorgenommen.

Es fand sich

ein Breitbandgeräusch in 212 Fällen,
ein Mittel- und Hochtongeräusch in 10 Fällen,
ein Tieftongeräusch in 9 Fällen
und ein Geräusch mit tonalem Beiklang in 9 Fällen.

Dies bedeutet, daß 30,5 % aller gefundenen Breitbandgeräusche ($n = 696$), 41,7 % aller gefundenen Mittel- und Hochtongeräusche ($n = 24$), 13,6 % aller gefundenen Tieftongeräusche ($n = 66$) und 36,0 % aller gefundenen Geräusche mit tonalem Beiklang ($n = 25$) für die Ausprägung eines Lärmhörschadens, der zu sozialen Beeinträchtigungen führt, verantwortlich gemacht werden können. Wie wir gesehen haben, sind die linearen Mittenfrequenzschallpegel von 63,5 - 500 Hz bei Tieftongeräuschen in jeder Oktavbandbreite durchschnittlich um mindestens 10 dB größer als die Mittenfrequenzschallpegel von 1 - 8 KHz. Bei den Mittel- und Hochtongeräuschen verhält es sich genau umgekehrt. Dagegen zeigt der A-bewertete Beurteilungspegel bei Breitbandgeräuschen bei der Gruppe schwer Hörgeschädigter einen Mittelungswert von 90,4 dB (A), bei Mittel- und Hoch-

tongeräuschen von 97,0 dB (A), bei Tieftongeräuschen von 83,1 dB (A) und bei Geräuschen mit tonalem Beiklang von 89,7 dB (A).

Tab. 10 a im Anhang stellt die gefundene Häufigkeitsverteilung der 4 Lärmspektrenklassen bei Audiogrammen mit Einbruch und ohne Einbruch in das Flüstersprachegehör gegenüber, Tab. 10 b die demgegenüber bei Gleichverteilung zu erwartende Häufigkeiten. Hieraus ergeben sich die "Einzel- χ^2 -Werte" (Tab. 10 c).

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 1,484\%$ bestehen demnach nach der χ^2 -Mehrfachanordnung die in Tab. 62 dargestellten Signifikanzverhältnisse:

Tab. 62:

Geräuschcharakteristik	Personen mit ein- oder beids. Einbruch	Personen ohne Einbruch
Breitbandgeräusche	NS	NS
Mittel- u. Hochtongeräusche	NS	NS
Tieftongeräusche	- S	NS
Geräusche m. ton. Beiklang	NS	NS

NS $\Rightarrow$ keine Signifikanz

S $\Rightarrow$ Signifikanz auf dem 5%-Niveau

- $\Rightarrow$ Signifikant selteneres Auftreten

Gegenüber einer Gleichverteilung finden sich Personen, mit ein- oder beiderseitigem Einbruch in das Flüstersprachegehör bei Tieftongeräuschen signifikant seltener.

5.9. Ergebnisse zur 7. Fragestellung

Besteht ein Zusammenhang zwischen subjektiven Angaben der Probanden und objektiven Befunden?.

5.9.1. Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuchten Personen und tatsächlich einwirkendem Schallpegel.

Wir wollen hierbei prüfen, ob

- a. die Intensitäten der Schallpegel durch die Arbeiter richtig eingeschätzt werden und
- b. welche Schallpegelgrößen von den Arbeitern als laut empfunden werden.

Zur Beantwortung dieser beiden Fragen wurde von uns eine Korrelation zwischen der subjektiven Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch den Arbeitnehmer mit dem Kriterium "stärker Lärm: ja/nein" und dem Beurteilungspegel durchgeführt. Als Bezugsgröße für den Beurteilungspegel dienten 85 und 90 dB (A).

Bei insgesamt 821 Bestimmungen des Beurteilungspegels fand sich in 620 Fällen (75,5 %) ein Wert von 85 dB (A) und mehr, in 201 Fällen (24,5 %) von weniger als 85 dB (A), in 394 Fällen (48,0 %) ein Wert von 90 dB (A) und mehr und in 427 Fällen (52,0 %) von weniger als 90 dB (A). In 226 Fällen (27,53 %) lag der Einwirkpegel also zwischen 85 und 89 dB (A). Bei 688 Arbeitern, die den Arbeitsplatz als laut beurteilten, wurde in 686 Fällen der Beurteilungspegel bestimmt.

Er lag:

unter 85 dB (A)	: in 116 Fällen (16,9 %)
unter 90 dB (A)	: in 319 Fällen (46,5 %)
bei 90 dB (A) und mehr	: in 367 Fällen (53,5 %)
bei 85 dB (A) und mehr	: in 570 Fällen (83,1 %)

Von den 136 Befragten, die den Arbeitsplatz als nicht laut beurteilten, wurde der Beurteilungspegel bei 135 Personen bestimmt.

Er lag:

unter 85 dB (A)	: in 85 Fällen (63,0 %)
unter 90 dB (A)	: in 108 Fällen (80,0 %)
bei 90 und mehr dB (A)	: in 27 Fällen (20,0 %)
bei 85 und mehr dB (A)	: in 50 Fällen (37,0 %)

Eine Zusammenfassung zeigen die Tab. 63 a und b.

Tab. 63 a:

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
≥ 85 dB (A)	570 Personen	50 Personen
< 85 dB (A)	116 Personen	85 Personen

Tab. 63 b:

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
≥ 90 dB (A)	367 Personen	27 Personen
< 90 dB (A)	319 Personen	108 Personen

Berechnet man für Tab. 63 a nach der χ^2 -Vierfelderanordnung die bei Gleichverteilung zu erwartenden Häufigkeiten, dann ergibt sich (Tab. 64 a):

Tab. 64 a:

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
≥ 85 dB (A)	518 Personen	102 Personen
< 85 dB (A)	168 Personen	33 Personen

Hieraus resultiert bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,001$ % ein χ^2 von 129.400. Für Tab. 63 b wären bei Gleichverteilung folgende Häufigkeiten zu erwarten (Tab. 64 b):

Tab. 64 b:

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
≥ 90 dB (A)	329 Personen	65 Personen
< 90 dB (A)	357 Personen	70 Personen

Bei $\alpha < 0,001$ % liegt der χ^2 bei 50.714.

Es besteht demnach zwischen Lärmbeurteilung und Lärmeinwirkung eine höchst signifikante stochastische Abhängigkeit.

Der Vierfelderkorrelationskoeffizient $r = \sqrt{\chi^2/n}$ beträgt für Tab. 63 a: +0,3970, für Tab. 63 b: +0,2485.

Nach $\hat{Z} = r \cdot \sqrt{n}$ ($\hat{Z}$ = Standardnormalverteilung) finden sich auch hier hohe Signifikanzen. Um zu sehen, welche Schallpegel als laut bezeichnet werden, wollen wir auch die Häufigkeiten der Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz für die Beurteilungspegelklasse 85 - 89 dB (A) in die Signifikanzprüfung einbeziehen. Tab. 65 a zeigt die beobachteten Häufigkeiten (f) der 3 Pegelklassen, Tab. 65 b die bei Gleichverteilung erwarteten Häufigkeiten (fe).

Tab. 65 a: Beobachtete Häufigkeiten (f)

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
< 85 dB (A)	116 Personen	85 Personen
85 - 89 dB (A)	203 Personen	23 Personen
≥ 90 dB (A)	367 Personen	27 Personen

Tab. 65 b: Gleichverteilung erwarteter Häufigkeiten (fe)

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
< 85 dB (A)	168 Personen	33 Personen
85 - 90 dB (A)	189 Personen	37 Personen
≥ 90 dB (A)	329 Personen	65 Personen

Hieraus ergeben sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,001$ % folgende signifikante Unterschiede gegenüber einer Gleichverteilung (Tab. 66).

Tab. 66:

Lärmpegel	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
< 85 dB (A)	- SSS	+ SSS
85 - 89 dB (A)	NS	- S
≥ 90 dB (A)	+ S	- SSS

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau

+

= signifikant häufigeres Auftreten

-

= signifikant selteneres Auftreten

Eine höchst signifikant geringere Gruppe von Arbeitern als bei Gleichverteilung zu erwarten, empfinden eine Lärmimmission von weniger als 85 dB (A) als laut, eine höchst signifikant größere Gruppe als nicht laut. Dagegen wird der Arbeitsplatz unter 85 - 89 dB (A) von einer signifikant, bei noch lauterer Intensität von einer höchst signifikant geringeren Anzahl von befragten Personen als nicht laut empfunden. Umgekehrt schätzen signifikant mehr Personen einen Pegel von 90 dB (A) und mehr als laut ein.

5.9.2. Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung
des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuch-
ten Personen und Geräuschcharakteristik

Bei 682 (v. 688) Personen mit der Beurteilung "stärkerer Lärm am Arbeitsplatz" und bei 129 (v. 136) Personen mit der Beurteilung "kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz" wurde eine Lärmmessung über das gesamte Frequenzspektrum durchgeführt. Dabei ergab sich die folgende Korrelation (Tab. 67):

Tab. 67:

Geräuschcharakter	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
Breitbandgeräusch	588 Personen	108 Personen
Mittel- u. Hochtongeräusch	22 Personen	2 Personen
Tieftongeräusch	51 Personen	15 Personen
Geräusch m. ton. Beiklang	21 Personen	4 Personen

Wie Tab. 68 zeigt, besteht bei keiner Geräuschform ein signifikanter Unterschied gegenüber den bei Gleichverteilung erwarteten Häufigkeiten.

Tab. 68:

Geräuschcharakter	stärkerer Lärm am Arbeitsplatz	kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz
Breitbandgeräusch	NS	NS
Mittel- und Hochtongeräusch	NS	NS
Tieftongeräusch	NS	NS
Geräusch mit tonalem Beiklang	NS	NS

NS = keine Signifikanz

5.9.3. Zusammenhang zwischen subjektiver Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz durch die untersuchten Personen und Lärmexpositionszeit

Es sollte hierbei geprüft werden, ob eine Abhängigkeit der Zahl der LAJ bei der Einschätzung des Arbeitsplatzlärms besteht und ob nach einer größeren Zahl von Lärm-arbeitsjahren eine Lärmadaption auftritt, die dazu führt, daß größere Lärmintensitäten gar nicht mehr als solche empfunden werden.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Korrelation zwischen der Lärmbeurteilung am Arbeitsplatz durch die Probanden mit den Pegelbezugswerten 85 dB (A) bzw. 90 dB (A) und der Zahl der Lärm-arbeitsjahre durchgeführt.

Bei denjenigen, die den Arbeitsplatz als laut beurteilten, ergaben sich folgende mittlere Lärmarbeitsjahre (LAJ):

bei Lärm am Arbeitsplatz v. < 85 dB (A): 15,02 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. ≥ 85 dB (A): 14,26 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. < 90 dB (A): 13,68 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. ≥ 90 dB (A): 15,02 LAJ

Bei denjenigen, die den Arbeitsplatz als nicht laut beurteilten, dagegen:

bei Lärm am Arbeitsplatz v. < 85 dB (A): 7,42 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. ≥ 85 dB (A): 7,21 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. < 90 dB (A): 6,50 LAJ

bei Lärm am Arbeitsplatz v. ≥ 90 dB (A): 10,30 LAJ

Tab. 69 zeigt die Signifikanzprüfung durch den t-Test, in der die mittlere Zahl der LAJ für die Beurteilungsparameter "stärkerer Lärm am Arbeitsplatz" und "kein stärkerer Lärm am Arbeitsplatz" in Abhängigkeit von Einwirkpegel miteinander verglichen werden.

Tab. 69:

Beurteilungspegel	Signifikanz
< 85 dB (A)	SSS
≥ 85 dB (A)	SSS
< 90 dB (A)	SSS
≥ 90 dB (A)	S

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau

Es finden sich unter Lärmbelastungen von $< 85 \text{ dB (A)}$, $\geq 85 \text{ dB (A)}$ und $\leq 90 \text{ dB (A)}$ höchst signifikante, unter $\geq 90 \text{ dB (A)}$ signifikante Unterschiede in der mittleren Zahl der LAJ zwischen Arbeitern, die den Arbeitsplatz als laut und denen, die ihn als nicht laut beurteilen.

Andererseits bestehen innerhalb der beiden Gruppen, die den Arbeitsplatz als laut bzw. als nicht laut empfinden, in der mittleren Lärmexpositionsdauer in Abhängigkeit vom einwirkenden Pegel keine signifikanten Unterschiede. Auf eine tabellarische Darstellung dieses Sachverhaltes kann deshalb verzichtet werden.

5.9.4. Zusammenhang zwischen Beurteilung des eigenen Hörvermögens durch die untersuchten Personen und tatsächlichen Hörverlusten

Wie gezeigt, waren es 688 Personen, die ihren Arbeitsplatz als laut und 136 Personen, die ihn als nicht laut beurteilten. Von der ersten Gruppe gaben 193 (28,1 %), von der zweiten Gruppe 21 (15,4 %) an, daß ihr Gehör zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht mehr normal gewesen sei. Viel wichtiger aber erscheint die Frage, in wie weit hier subjektive Aussage über das eigene Hörvermögen und objektiver Befund übereinstimmen. Geht man davon aus, daß eine Beeinträchtigung des Hörvermögens am ehesten wahrnehmbar ist, wenn ein Einbruch in das Flüstersprachegehör besteht, so erscheint es legitim, die Beurteilung des eigenen Gehörs durch den Probanden mit Hörverlusten von 40 dB bei 3 KHz zu korrelieren. Derjenige, der auf beiden Ohren bei 3 KHz eine Reintonschwelle von 40 dB und mehr im Audiogramm aufweist, wird also am ehesten eine Störung des eigenen Hörvermögens wahrnehmen.

Tab. 70:

Hörschwelle im Reintonaudiogramm	Gesamtzahl N	Zahl der Personen, die das Gehör als normal empfinden	Zahl der Personen, die es nicht als normal empfinden
<40 dB auf beiden Ohren	566	478 (84,45 %)	88 (15,55 %)
≥40 dB auf beiden Ohren	157	70 (44,59 %)	87 (55,41 %)
≥40 dB nur auf dem rechten Ohr	35	19 (54,29 %)	16 (45,71 %)
≥40 dB nur auf dem linken Ohr	63	41 (65,08 %)	22 (34,92 %)

(%-Angaben, bezogen auf N (Zeilensummen))

Tab. 70 setzt die Anzahl der Personen, die ihr Gehör normal bzw. nicht normal empfinden, in Beziehung zu den beschriebenen Hörverlusten, wobei zusätzlich auch die nur einseitig Geschädigten mit berücksichtigt wurden. Sie zeigt, daß ein wesentlich größerer Anteil von Personen mit beidseitigen Hörverlusten von weniger als 40 dB auf beiden Ohren das eigene Hörvermögen als normal beurteilt; gegenüber den beidseitig im Flüstersprachegehör Geschädigten beträgt der Unterschied $\hat{=}$ 40 %, gegenüber den rechtsseitig Geschädigten $\hat{=}$ 30 % und gegenüber den linksseitig Geschädigten $\hat{=}$ 20 %.

Die Signifikanzprüfung erfolgt anhand der χ^2 -Vierfelderanordnung

a. Signifikanzprüfung zwischen beiderseitig Geschädigten und nicht Geschädigten (Tab. 71).

Tab. 71:

Gehör wird als normal empfunden		Gehör wird nicht als normal empfunden		
	beobachtete Häufigk. f	erwartete Häufigk. fe	beobachtete Häufigk. f	erwartete Häufigk. fe
Hörverluste bei 3 KHz				
< 40 dB bds.	478 Personen	429 Personen	88 Pers.	137 Pers.
≥ 40 dB bds.	70 Personen	119 Personen	87 Pers.	88 Pers.

Hieraus resultiert bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 0,001\%$ ein χ^2 von 106,475. Es finden sich demnach höchst signifikante Unterschiede zwischen "beobachteten" und bei Gleichverteilung erwarteten Häufigkeiten.

b. Signifikanzprüfung zwischen einseitig Geschädigten und nicht Geschädigten (Tab. 72). Zum Vergleich mit den sozial nicht gehandicapten Personen wurde das grössere Kollektiv der linksseitig aufgetretenen Hörverluste gewählt (Tab. 72).

Tab. 72:

Hörverluste	Gehör wird als normal empfunden		Gehör wird nicht als normal empfunden	
	f	fe	f	fe
< 40 dB bds.	478 Pers.	467 Pers.	88 Pers.	100 Pers.
≥ 40 dB li.	41 Pers.	52 Pers.	22 Pers.	11 Pers.

Hieraus resultiert ein χ^2 von 14,74. Auch hier finden sich also höchst signifikante Unterschiede.

c. Auf die Darstellung des Signifikanztestes beim Vergleich zwischen beidseitig und einseitig sowie rechtsseitig und linksseitig Geschädigten soll verzichtet werden, da keine signifikanten Unterschiede bestanden.

5.9.5. Zusammenhang zwischen Beurteilung des eigenen Hörvermögens durch die untersuchten Personen und Lärmexpositionsdauer

Zur Prüfung dieser Frage wurden die LAJ klassiert. Tab. 73 zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung mit den Kriterien Gehör wird normal empfunden bzw. nicht normal empfunden in Abhängigkeit von den LAJ-Klassen und stellt sie den bei Gleichverteilung nach der χ^2 -Mehrfachanordnung erwarteten Häufigkeiten gegenüber (Tab. 73).

Tab. 73:

Lärmberichts-jahre (LAJ)	Gehör wird als normal empfunden		Gehör wird nicht als normal empfunden	
	beobachtete Häufigkeiten (f)	erwartete Häufigkeiten (fe)	beobachtete Häufigkeiten (f)	erwartete Häufigkeiten (fe)
< 1	93 Personen	71 Personen	6 Personen	28 Personen
1 - 3	131 Personen	106 Personen	16 Personen	41 Personen
4 - 6	61 Personen	59 Personen	20 Personen	23 Personen
7 - 10	54 Personen	55 Personen	23 Personen	22 Personen
11 - 20	98 Personen	106 Personen	50 Personen	42 Personen
21 - 30	82 Personen	111 Personen	73 Personen	44 Personen
≥ 30	24 Personen	35 Personen	24 Personen	13 Personen
				- 183 -

Demnach ergeben sich die in Tab. 74 dargestellten Signifikanzen.

Tab. 74:

	<1LAJ	1-3LAJ	4-6LAJ	7-10LAJ	11-20LAJ	21-30LAJ	30LAJ
Gehör normal empfunden	+ SS	+ S	NS	NS	NS	- SSS	NS
Gehör n. normal empfunden	- SSS	- SSS	NS	NS	NS	+ SSS	+ SS

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

SSS = Signifikanz auf dem 0,1%-Niveau

+

= signifikant häufigeres Auftreten

-

= signifikant selteneres Auftreten

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $< 0,001$ % findet sich hier nach bis zu 3 LAJ unter den Arbeitern, die ihr Gehör als nicht normal empfinden, eine höchst signifikant geringere Häufigkeit als bei Gleichverteilung zu erwarten gewesen wäre, während bei denjenigen, die ihr Gehör als normal empfinden, in dieser Zeit sehr signifikante bzw. signifikante größere Häufigkeiten festzustellen sind. Nach mehr als 20 LAJ besteht ein genau umgekehrtes Verhältnis. Abb. 65 zeigt den jeweiligen prozentualen Anteil innerhalb der beiden Gruppen in Abhängigkeit von den LAJ. Es findet sich bei Arbeitern, die bei sich selbst bisher keine Hörverluste bemerkt haben, eine annähernd gleiche Verteilung, bei Arbeitern, die ihr Gehör nicht mehr normal empfinden, eine prozentuale Steigerung mit der Lärmexpositionsdauer.

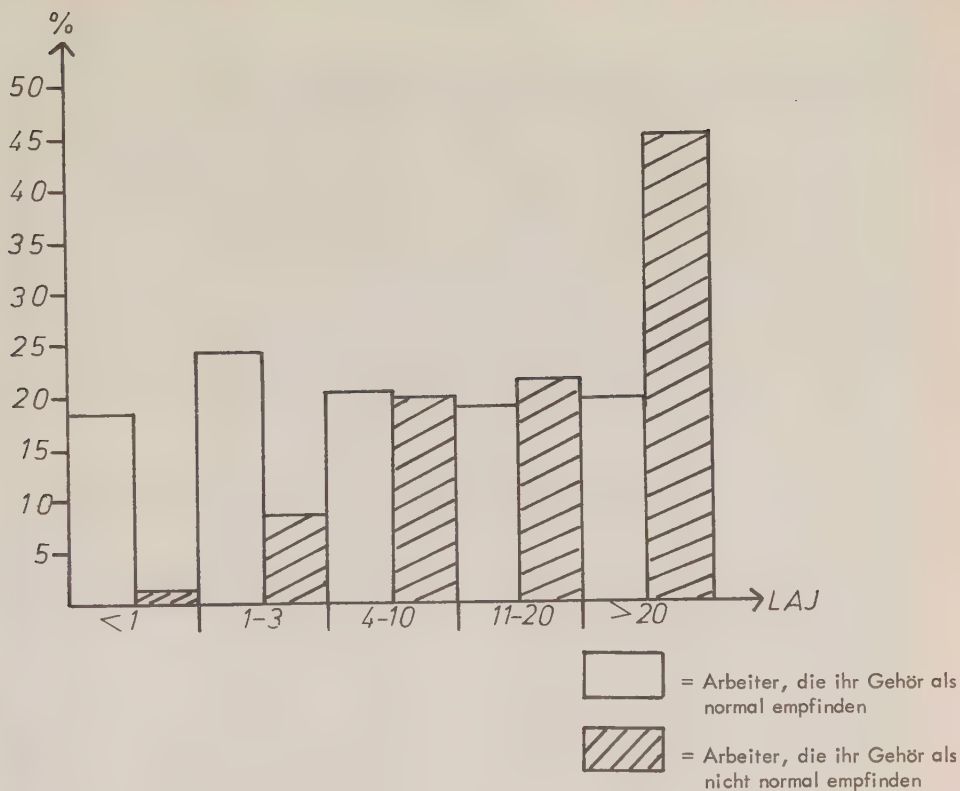


Abb. 65: Prozentuale Verteilung von 563 (= 100 %) Lärmarbeitern, die ihr Gehör als normal empfinden und 212 (= 100 %) Lärarbeitern, die ihr Gehör als nicht normal empfinden in Abhängigkeit von den Lärmarbeitsjahren (LAJ)

Zur Veranschaulichung werden im folgenden die gemittelten Audiogramme der Probanden, die ihr Gehör als normal beurteilten, denen, die es als nicht normal beurteilten, in Abhängigkeit von den Lärmarbeitsjahren am Beispiel des linken Ohres gegenübergestellt (Abb. 66). Hierbei entfällt die Lärmarbeitszeit von weniger als einem Jahr, da sie in der 2. Gruppe nur von 6 Arbeitern angegeben wurde. Vergleicht man die Audiogrammkurven der nach eigener Beurteilung normal Hörenden mit den nicht normal Hörenden, so fällt auf, daß die Kurven sich in keinem Falle schneiden, also die "nicht normal Hörenden" auch in den tiefen Frequenzen schlechter hören. Deutlich wird jedoch, daß erst von 2 KHz an die Kurven stärker auseinander divergieren, also die nach eigener Ansicht schlechter hörenden Personen vor allem in den Frequenzen 3, 4 und 6 KHz einen erheblich größeren Hörverlust aufweisen. Betrachtet man die Audiogramme hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von den Lärmarbeitsjahren, so kann man feststellen, daß bei beiden Gruppen generell mit zunehmender Lärmexpositions-dauer zwar eine Vermehrung der Hörverluste stattfindet, diese Aussage aber für die Zeit zwischen 4 und 20 LAJ keine Gültigkeit hat. Arbeiter mit 11 - 20 LAJ hören nicht schlechter als Arbeiter mit 4 - 6 LAJ. Die gemittelten Audiogramme für die Gruppe, die 7 - 10 Jahre im Lärm gearbeitet hat, zeigen in unserem Kollektiv sogar einen etwas günstigeren Verlauf, als für die Gruppen mit 4 - 6 LAJ. Erst vom 21 LAJ sind dann die Hörverluste wieder größer. Dieser Sachverhalt gilt sowohl für die Probanden, die nach eigener Einschätzung ihr Gehör normal beurteilten als auch für diejenigen, die es als nicht mehr normal beurteilten.

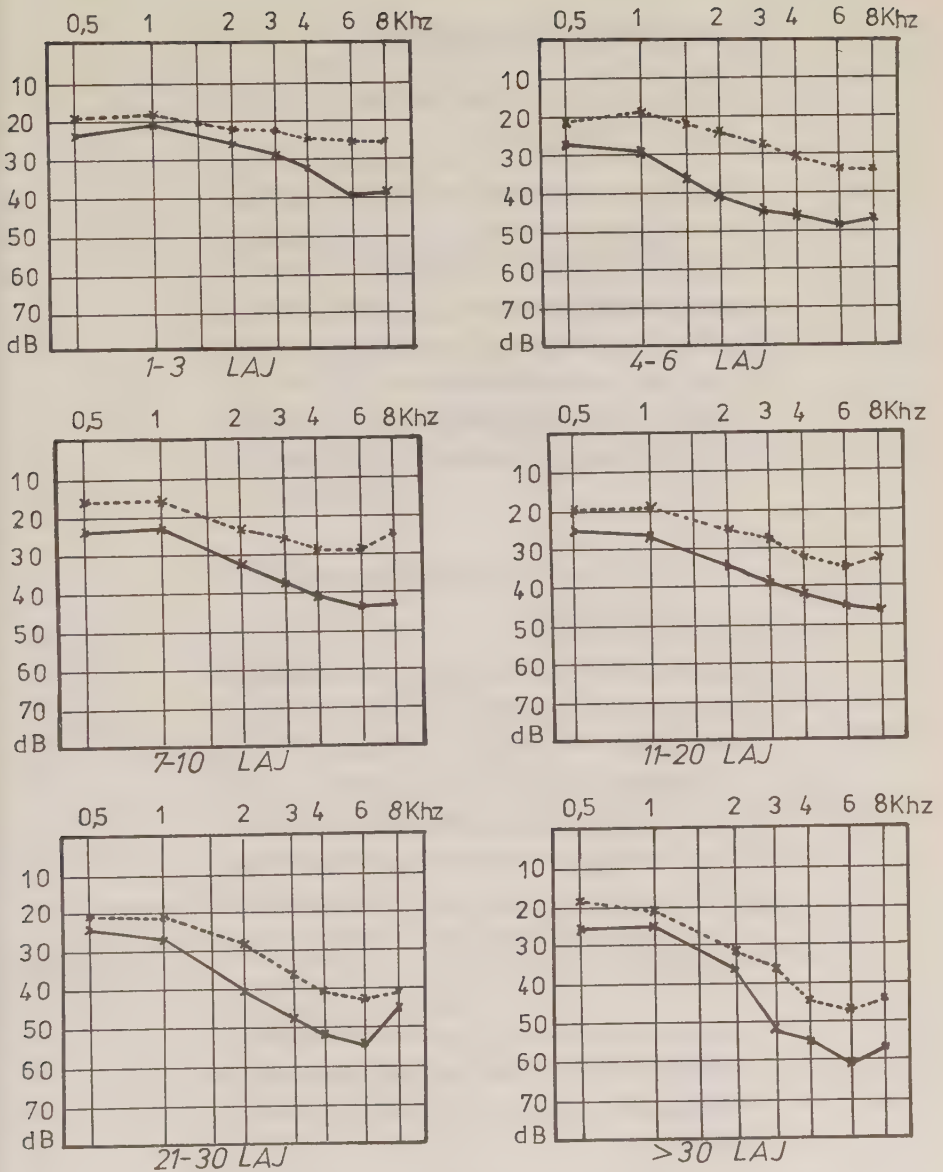


Abb. 66: Mittlere Hörverluste von Arbeitern, die ihr Gehör als normal empfinden (x-----x) und Arbeitern, die ihr Gehör als nicht normal empfinden (x———x) in Abhängigkeit von unterschiedlichen Lärmexpositionszeiten am Beispiel des linken Ohres. (LAJ = Lärmearbeitsjahre)

5.10. Ergebnisse zur 8. Fragestellung

Besteht ein Zusammenhang zwischen Lärm und Lärmherschäden und Ohrgeräuschen?

Wie auf Seite 68 erwähnt, finden sich in den Betrieben der Holzverarbeitenden Industrie in 35,0 % Ohrgeräusche, meist in Form von Sausen, Pfeifen oder Klingeln. Diese prozentualen Angaben beziehen sich nicht auf das Auftreten von Tinnitus direkt nach oder während der Lärmarbeit, sondern das vermehrte Auftreten derartiger Sensationen. Eine Differenzierung zwischen konstantem und sporadischem Auftreten wurde allerdings nicht vorgenommen.

5.10.1. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und Lärmintensität

In 3 Fällen konnte die Bestimmung des Beurteilungspegels wegen atypischer Arbeiten der Probanden zur Zeit der Lärmmessungen nicht erfolgen. Diese Personen werden in folgenden nicht berücksichtigt. Als Maß für die Lärmintensität wurden die Beurteilungs-Pegelgrenzwerte von 85 und 90 dB (A) gewählt. Dabei lag der Beurteilungspegel bei den Probanden mit Ohrgeräuschen unter 85 dB (A) in 55 Fällen (19,6 %), bei 85 dB (A) und mehr in 232 Fällen (80,4 %) (n = 287).

Dagegen lag der Beurteilungspegel bei den Probanden ohne Ohrgeräusche unter 85 dB (A) in 146 Fällen (27,34 %), bei 85 dB (A) und mehr in 388 Fällen (72,66 %) (n = 534).

Nimmt man den Beurteilungspegel von 90 dB (A) als Maßstab, so findet sich bei den Arbeitern mit Ohrgeräuschen ein Pegel von:

unter 90 dB (A) in 132 Fällen (45,99 %), bei
90 dB (A) und mehr in 155 Fällen (54,01 %).

Demgegenüber lag er bei Arbeitern ohne Ohrgeräusche:

unter 90 dB (A) : in 295 Fällen (55,24 %),
bei 90 dB (A) und mehr : in 239 Fällen (44,76 %).

Tab. 75 stellt die beobachteten Häufigkeiten (f) denen nach der χ^2 -Mehrfachanordnung erwarteten Häufigkeiten (fe) gegenüber:

Tab. 75:

Schallpegel	Ohrgeräusche		keine Ohrgeräusche	
	f	fe	f	fe
< 85 dB (A)	55 Personen	70 Personen	146 Personen	114 Personen
85 - 89 dB (A)	77 Personen	79 Personen	149 Personen	147 Personen
≥ 90 dB (A)	155 Personen	138 Personen	239 Personen	256 Personen

Hieraus ergeben sich folgende Signifikanzverhältnisse (Tab. 76).

Tab. 76:

Schallpegel	Ohrgeräusche	keine Ohrgeräusche
< 85 dB (A)	NS	+ SS
85 - 89 dB (A)	NS	NS
≥ 90 dB (A)	NS	NS

NS = keine Signifikanz

SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

+ = signifikant häufigeres Auftreten

Es finden sich gegenüber einer statistischen Gleichverteilung sehr signifikant mehr Personen, die unter einer Belastung von weniger als 85 dB (A) keine Ohrgeräusche angeben. Wie Tab. 75 zeigt, sind andererseits Personen mit Ohrgeräuschen häufiger hohen Beurteilungspegeln von 90 dB (A) und mehr ausgesetzt, ohne daß allerdings dies statistisch signifikant belegt werden kann.

5.10.2. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und Geräuschcharakteristik

Bei insgesamt 811 Oktavanalysen über das gesamte Spektrum ergab sich eine Verteilung der Lärmklassen (Tab. 77), die auch in der Signifikanzprüfung nach der χ^2 -Mehrfachanordnung, auf deren Darstellung hier verzichtet wurde,

kein gehäuftes Vorkommen bestimmter Geräuschtypen, für die Verursachung von Tinnitus anzuschuldigen ist, erkennen läßt.

Tab. 77:

Ohrgeräusche	Breitbandger.	Mittel-u.Hochtonger.	Tieftonger.	tonal.Beiklang
ja	245 (86,6%)	6 (2,1 %)	26 (9,2%)	6 (2,1%)
nein	451 (85,4%)	18 (3,4 %)	40 (7,6%)	19 (3,6%)

(Prozentangaben, bezogen auf Zeilensummen)

5.10.3. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und TTS

Interessant erscheint die Frage, ob sich in der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung, die nach den bekannten Kriterien klassiert wurde, ein Unterschied ergibt.

Tab. 78 zeigt die Häufigkeitsverteilung der TTS-Klassen unter diesen Voraussetzungen.

Tab. 78:

TTS-Klasse	Ohrgeräusche (N=199)	keine Ohrgeräusche (N=335)
A	27 (13,57 %)	47 (14,03 %)
B	49 (24,62 %)	94 (28,06 %)
C	79 (39,70 %)	96 (28,66 %)
D	30 (15,08 %)	51 (15,22 %)
E	14 (7,03 %)	47 (14,03 %)

(Prozentangaben, bezogen auf Spaltensummen)

Aus ihr scheint hervorzugehen, daß Personen, die unter Ohrgeräuschen leiden, keine größere Hörschwellenabwanderung aufweisen. Im Gegenteil, der prozentuale Anteil von Personen ohne Ohrgeräuschen in den TTS-Klassen A und B - also den Klassen mit der größten TTS - ist um fast 4 % höher. Die Signifikanzprüfung nach der X^2 -Mehrfachanordnung zeigte keine signifikanten Unterschiede. Sie wurde deshalb nicht dargestellt.

5.10.4. Zusammenhang zwischen Ohrgeräuschen und bestehenden Hörverlusten

Tab. 79 a bis d zeigen die Audiogrammklassenverteilungen bei Arbeitern mit und ohne Ohrgeräuschen.

Tab. 79 a:

rechtes Ohr		
Typ 1	83	(28,91 %)
Typ 2	29	(10,10 %)
Typ 3	58	(20,21 %)
Typ 4	27	(9,41 %)
Typ 5	39	(13,59 %)
Typ 6	51	(17,77 %)

Audiogrammklassierung bei 287 Arbeitern mit Ohrgeräuschen

Tab. 79 b:

linkes Ohr

Typ 1	75	(26,13 %)
Typ 2	24	(8,36 %)
Typ 3	56	(19,51 %)
Typ 4	34	(11,85 %)
Typ 5	42	(14,63 %)
Typ 6	56	(19,51 %)

Audiogrammklassierung bei 287 Arbeitern mit Ohrgeräuschen

Tab. 79 c:

rechtes Ohr

Typ 1	245	(45,88 %)
Typ 2	56	(10,49 %)
Typ 3	89	(16,67 %)
Typ 4	39	(7,30 %)
Typ 5	47	(8,80 %)
Typ 6	58	(10,86 %)

Audiogrammklassierung bei 534 Arbeitern ohne Ohrgeräusche

Tab. 79 d:

linkes Ohr		
Typ 1	243	(45,51 %)
Typ 2	49	(9,18 %)
Typ 3	84	(15,73 %)
Typ 4	38	(7,12 %)
Typ 5	52	(9,74 %)
Typ 6	68	(12,73 %)

Audiogrammklassierung bei 534 Arbeitern ohne Ohrgeräusche

Fassen wir beide Ohren zusammen, so kommt es bei den Probanden:

mit Ohrgeräuschen zu Typ 1	in 27,5 % der Fälle
ohne Ohrgeräusche zu Typ 1	in 45,7 % der Fälle
mit Ohrgeräuschen zu Typ 2 - 4	in 39,7 % der Fälle
ohne Ohrgeräusche zu Typ 2 - 4	in 33,4 % der Fälle
mit Ohrgeräuschen zu Typ 5	in 14,1 % der Fälle
ohne Ohrgeräusche zu Typ 5	in 9,3 % der Fälle
mit Ohrgeräuschen zu Typ 6	in 18,6 % der Fälle
ohne Ohrgeräusche zu Typ 6	in 11,8 % der Fälle

Es zeigt sich also, daß der Anteil der Personen mit normalem Hörvermögen (Typ 1) bei den Probanden mit Ohrgeräuschen um mehr als 18 % niedriger ist als bei denjenigen, die keine Ohrgeräusche aufwiesen; bei den weniger stark Lärmgeschädigten (Typ 2 - 4) dagegen findet sich schon ein um 6,3 % höherer Anteil bei dem Kollektiv mit Ohrgeräuschen, der bei den im Flüstersprachegehör Beeinträchtigten und den Lärmschwerhörigen (Typ 5 und 6) um weitere 5,3 % auf 11,6 % ansteigt.

Auf grund dieses großen, unerwarteten Unterschiedes zwischen den beiden verglichenen Gruppen, wurde eine Parallelisierung zur Gegenüberstellung der Audiogramme unter exakt vergleichbaren Voraussetzungen durchgeführt.

Als Parameter der Parallelisierung dienten:

1. Lebensalter
2. Geschlecht
3. Lärmarbeitsdauer
4. Lärmarbeitseintrittsalter
5. Beurteilungspegel

Es wurde in der elektronischen Auswertung Personen der beiden Gruppen parallelisiert, wenn sie erstens in ihrem Lebensalter sich um nicht mehr als 3 Jahre unterschieden, sie zweitens in ihrem Geschlecht übereinstimmten, wenn sie drittens eine vergleichbare Zahl von Lärmarbeitsjahren aufwiesen (hier wurden die LAJ-Klassen <3 LAJ, 4-9 LAJ, 10-20 LAJ, ≥ 20 LAJ gebildet), wenn sie viertens in ihrem Eintrittsalter in die Lärmarbeit der gleichen Klasse (<40 Jahre, bzw. ≥ 40 Jahre) zugeordnet werden konnten und schließlich, wenn sie fünftens einen vergleichbaren Beurteilungspegel am Arbeitsplatz hatten (Pegelklas-

sen: < 85 dB (A), $85 - 89$ dB (A), $90 - 99$ dB (A), ≥ 100 dB (A)). Von den 287 Arbeitern mit Ohrgeräuschen ließ sich unter diesen Kriterien bei 217 in der Gruppe ohne Ohrgeräusche ein Pendant finden.

Abb. 67 stellt die gemittelten Audiogramme beider Gruppen dar. Es zeigt sich, daß die Tonschwelle für die Gruppe ohne Ohrgeräusche auf beiden Ohren in allen Frequenzen niedriger ist. Die Audiogrammkurven beider Gruppen verlaufen nahezu zueinander parallel, wobei allerdings der Abstand zwischen den beiden Kurven auf dem linken Ohr in den entscheidenden Frequenzen 3, 4 und 6 KHz im Mittel um fast 2 dB größer ist als auf der rechten Seite. In allen vier gemittelten Audiogrammen finden sich der Senkentiefpunkt bei 6 KHz.

Aus Tab. 80 geht hervor, daß auf dem rechten Ohr im Vergleich der Mittelwerte der Frequenzen 0,5 bis 8 KHz nur bei 1, 2 und 8 KHz Signifikanz auf dem 5%-Niveau besteht, während sich auf dem linken Ohr durchgehend in jeder Frequenz, bei 3, 4 und 8 KHz sogar auf dem 1%-Niveau, signifikante Unterschiede ergeben.

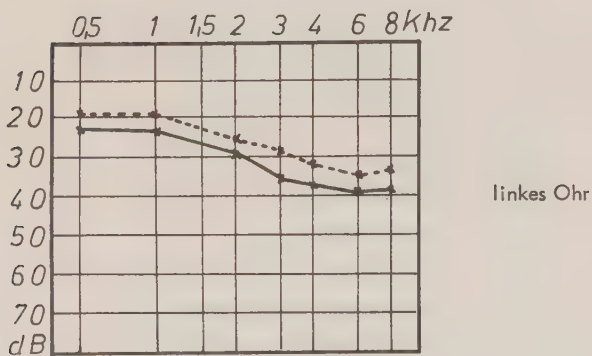
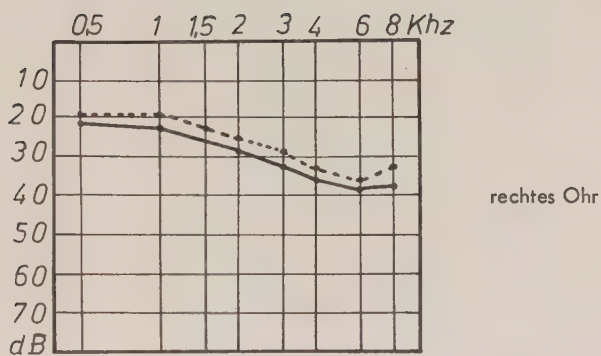


Abb. 67: Mittlere Hörverluste von 217 Probanden ohne Ohrgeräusche (x-----x) und 217 Probanden mit Ohrgeräuschen (x———x), die hinsichtlich des Lebensalters, des Geschlechts, der Lärmarbeitsdauer, des Lärmeintrittsalters und des Geräuschpegels am Arbeitsplatz vergleichbar sind.

Tab. 8o:

Frequenz (Khz)	Signifikanz re.Ohr	Signifikanz li.Ohr
0,5	NS	S
1	S	S
2	S	S
3	NS	SS
4	NS	SS
6	NS	S
8	S	SS

Signifikanzprüfung (t-Test) gemittelter Hörverluste der Frequenzen 0,5 bis 8 Khz für die zu vergleichenden Gruppen mit und ohne Tinnitus getrennt für rechtes und linkes Ohr

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

SS = Signifikanz auf dem 1%-Niveau

Vergleichen wir neben den mittleren Audiogrammen auch die Audiogrammklassen der beiden Parallelgruppen (Tab. 81 a bis d), dann sehen wir, daß der prozentuale Anteil der Probanden mit Ohrgeräuschen bei Typ 1 deutlich geringer, bei Typ 6 deutlich größer ist als bei den Personen ohne Ohrgeräusche.

Tab. 81 a:

rechts

Typ 1	69	(31,8 %)
Typ 2	26	(12,0 %)
Typ 3	40	(18,4 %)
Typ 4	18	(8,3 %)
Typ 5	26	(12,0 %)
Typ 6	38	(17,5 %)

Audiogrammtypenverteilung bei 217 Personen mit Ohrgeräuschen

Tab. 81 b:

links

Typ 1	58	(26,7 %)
Typ 2	19	(8,8 %)
Typ 3	40	(18,4 %)
Typ 4	27	(12,4 %)
Typ 5	33	(15,2 %)
Typ 6	40	(18,4 %)

Audiogrammtypenverteilung bei 217 Personen mit Ohrgeräuschen

Tab. 81 c:

rechts

Typ 1	82	(37,8 %)
Typ 2	28	(12,9 %)
Typ 3	38	(17,5 %)
Typ 4	18	(8,3 %)
Typ 5	27	(12,4 %)
Typ 6	24	(11,1 %)

Audiogrammtypenverteilung bei 217 Personen ohne Ohrgeräusche

Tab. 81 d:

links

Typ 1	82	(37,8 %)
Typ 2	23	(10,6 %)
Typ 3	32	(14,7 %)
Typ 4	24	(11,1 %)
Typ 5	29	(13,4 %)
Typ 6	27	(12,4 %)

Audiogrammtypenverteilung bei 217 Personen ohne Ohrgeräusche

Die Signifikanzprüfung im χ^2 -Vergleich (Tab. 82) zeigt, daß im Häufigkeitsvergleich der Audiogrammtyp 1 bei der Gruppe mit Ohrgeräuschen auf dem linken Ohr signifikant seltener vorkommt. Die sich im Vergleich der gemittelten Audiogramme ergebenden Signifikanzen sind hiernach in erster Linie im signifikant größeren Anteil normal Hörender bei der Gruppe ohne Ohrgeräusche begründet, während sich bei den übrigen Schädigungsgraden nur Unterschiede ergeben, die sich zahlenmäßig nicht signifikant auswirken.

Tab. 82:

Audiogrammtyp	Signifikanz	
	rechtes Ohr	linkes Ohr
1	NS	S
2	NS	NS
3	NS	NS
4	NS	NS
5	NS	NS
6	NS	NS

Vergleich der Audiogrammtypenhäufigkeiten bei 217 Personen mit und 217 Personen ohne Ohrgeräusche (χ^2 -Vergleichstest)

NS = keine Signifikanz

S = Signifikanz auf dem 5%-Niveau

6. Diskussion der Ergebnisse

Der gemittelte Beurteilungspegel aus sämtlichen 15 untersuchten Betrieben lag in unseren Untersuchungen bei 90,9 dB (A). Dieser Wert entspricht - wohl zufällig - genau dem von SCHWETZ und STAHL (102) gefundenen einwirkenden Pegel in der österreichischen holzverarbeitenden Industrie. Danach läßt die Übereinstimmung zwischen den von uns gefundenen Lärmpegeln und der Angabe der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt Österreichs große Zweifel an der Aussage aufkommen, daß in der holzverarbeitenden Industrie die Lärmintensität in 89 % über 90 dB liegt, wie es von den Autoren FEISER, HAUF und HEUFT (19), die die bisher einzige Untersuchung in der deutschen holzverarbeitenden Industrie durchführten, behauptet wird. Dies gilt erst recht, wenn man berücksichtigt, daß diese Autoren die B-Bewertungskurve zugrunde legten. Wie aus dem 2. Abschnitt der Fragestellung 8 ersichtlich, fanden wir bei unserem Kollektiv nur in 41,8 % der Fälle einen Wert von 90 dB (A) und mehr.

Ein Beurteilungspegel im Meßbereich zwischen 91 und 95 dB (A) wurde bei uns in 26,9 % der Fälle gefunden, 96 - 100 dB (A) in 11,1 % und schließlich mehr als 100 dB (A) in 3,8 % der Fälle. Auch dieses Ergebnis steht in krassem Widerspruch zu den Angaben von FEISER et.al. Bei ihnen lag die Hälfte aller gefundenen Lärmpegel zwischen 95 und 104 dB (B). Legt man für jeden einzelnen Betrieb die mittleren Beurteilungspegel zugrunde - bei FEISER, HAUF und HEUFT wird leider überhaupt nicht angegeben, ob der maximale Schallpegel oder ein äquivalenter Dauerschallpegel ermittelt wurde -,

so fand sich bei uns in abgerundet 53 % ein Wert unter 89 dB; bei FEISER in keinem Fall; ein Pegel zwischen 89 und 92 dB zeigte sich bei uns in 13 % und bei FEISER in 27 %; Pegel zwischen 92 und 95 dB fanden wir in 27 % der Betriebe, FEISER wiederum überhaupt nicht; dagegen lag eine Lärmintensität von über 95 dB bei uns in nur 7 % der Betriebe vor, bei FEISER in 73 %. Selbst wenn wir für jeden unserer untersuchten Betriebe die gemittelten maximalen Schallpegel zum Vergleich heranziehen, bleibt die Differenz bestehen. (Die Meßdaten für die einzelnen Betriebe sind in unseren Ergebnissen zu den Fragestellungen nicht aufgeführt, da sie in die umfassendere Darstellung über Lärm und Lärmherschäden in den einzelnen Betriebsarten eingegangen sind).

Wodurch aber ist dieser ganz ungewöhnliche Unterschied zwischen unseren Lärmmeßdaten, die ja, wie angeführt, mit denen von SCHWETZ übereinstimmen, und denen von FEISER zu erklären? Zum ersten dürften FEISER et. al. Arbeiter aus ausgewählten Lärmbetrieben und besonders lärmexponierten Arbeitsplätzen untersucht haben. Es kann sich nach unseren Erfahrungen bei den 104 Arbeitern keinesfalls um einen repräsentativen Teil der Belegschaften handeln, wie es von den Autoren behauptet wird.

Auch lassen die abgebildeten Frequenzanalysen den Schluß zu, daß die Probanden ausschließlich aus Maschinensälen ausgewählt wurden. Wie wir gesehen haben (Seite 66), stellt zwar diese Gruppe auch bei uns mit 43,2 % den größten Anteil aller Tätigkeitsbereiche, kann aber nicht als repräsentativ für die Holzverarbeitende Industrie gelten; denn Tab. 23 zeigt, daß gerade

hier signifikante Unterschiede zu anderen Arbeitsbereichen bestehen. Ferner findet sich bei dem von FEISER gefundenen Ausmaß der Hörverluste kaum eine Korrelation zu den beobachteten Lärmpegeln. Hier hätte man unter der Voraussetzung derartig hoher Intensitäten mit erheblich größeren bleibenden Schwellenverschiebungen rechnen müssen. Man kann deshalb wohl auch unterstellen, daß die angegebenen Schallpegel nur zu bestimmten Teilzeiten auftraten und nicht auf eine 8-Stunden-Schicht zu beziehen sind. Zusammenfassend handelt sich also bei den Untersuchungen dieses Autorenteams um eine Arbeit, die keine allgemein gültige Aussagekraft für die Lärm- und Lärmhörschäden in der Holzverarbeitenden Industrie hat. Sie kann als Beispiel für (SCHWETZ's (98) Kritik gelten, daß viele Autoren sich nur an Untersuchungen in ausgewählten Lärmbetrieben interessiert zeigen, wodurch diese Resultate keinen typischen Querschnitt durch die verschiedenen Lärmarbeitsplätze darstellen.

Bestätigen können wir aber FEISER et. al. in der Beobachtung, daß Maschinen älterer Bauart in Räumen mit schallharten Wänden und Decken die höchsten Lärmpegel aufwiesen. In der Diskussion zur Fragestellung 2 gehen wir auf dieses Problem ein.

Über die Frequenzcharakteristik und Bandbreiten des Oktavbandspektrums finden sich in der Literatur keine Vergleichsangaben. Nach unserem speziell auf die EDV-Auswertung ausgerichteten Verfahren, fand sich in 85,8 % ein Breitbandgeräusch, in 3,1 % ein reines Schmalbandgeräusch von Oktavbreite. Die restlichen Schmalbandgeräusche, die aber mehrere Oktavband-

breiten einnahmen, gehörten in 8,1 % zu den Tieftongeräuschen und in 3,1 % zu den Mittel- und Hochtongeräuschen. Die besondere Schwierigkeit lag für uns darin, daß es keine genormte Definition gibt, was als ein Schmalband- und was schon als Breitbandgeräusch zu bezeichnen ist und, wo bei Schmalbandgeräuschen die oberen Grenzfrequenzen liegen müssen, damit man sie als Tiefton, Mittelton oder Hochtongeräusch bezeichnen kann. Es besteht deshalb durchaus die Möglichkeit, daß man Spektrogramme, die in unserer elektronischen Auswertung den Breitbandgeräuschen zugeordnet wurden, unter einer anderen Definition als Schmalbandgeräusche beurteilt hätte. Wir haben deswegen in der Auswertung unserer Untersuchungen der Lärmklassierung auch keine besondere Bedeutung zugemessen.

Der Anteil der bei unseren Untersuchungen gefundenen normalen Hörvermögen (Audiogramtyp 1) betrug 39,4 %, der Anteil der Innenohrschäden ohne Kommunikationsbeeinträchtigung 35,5 % (Audiogramtyp 2 - 4), derjenigen mit Schäden, die einen Einbruch in das Flüstersprachegehör bedeuten, 11,0 % (Audiogramtyp 5). In 14,2 % aller Audiogramme fand sich eine mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit (Audiogramtyp 6). Auch hier liegen echte Vergleichszahlen nicht vor. SCHWETZ und STAHL (102) fanden zwar in der Holzindustrie Österreichs in 5,03 % eine mittel- oder höhergradige Lärmschwerhörigkeit, bei dem angegebenen Prozentsatz handelt es sich jedoch um einen Durchschnittswert des in jedem einzelnen Betrieb gefundenen Anteils der Lärmschwerhörigen. Bei unserer Untersuchung lag der mittlere Prozentsatz der Audiogramme von Typ 6, bezogen auf den einzelnen Betrieb, bei 15,2 %, wobei der niedrigste in einem Betrieb gefundene

Anteil 3,5 %, der höchste 27,4 % ausmachte. Bedenkt man nun, daß diese 15,2 % nicht einfach halbiert werden können, um von dem prozentualen Anteil der Audiogramme auf den prozentualen Anteil der beidseitig Lärmschwerhörigen zu kommen, nähern wir uns der Angabe von SCHWETZ: Wir können aus Tab. 7o der Fragestellung 7 errechnen, daß der Anteil der einseitig Geschädigten 38,4 % der Probanden mit Hörverlusten von 40 dB und mehr bei 3 KHz ausmacht. Würden wir diesen Anteil einseitig Hörgeschädigter, die man ja nicht als schwerhörig bezeichnen kann, vorher von den 15,2 % subtrahieren und dann halbieren, kämen wir auf 4,8 % mehr als geringgradig Lärmschwerhöriger und unterschieden uns weniger als 0,3 % von den Angaben SCHWETZ's.

Der Anteil des Audiogrammtyps 1 lag für das rechte Ohr um 1,2 %, der Anteil der Audiogrammtypen 2 - 4 um 1,6 % höher als links; dagegen fand sich Typ 5 auf dem linken Ohr um 1,0 %, Typ 6 auf dem linken Ohr 1,8 % häufiger als rechts. Die Verteilung der Audiogrammtypen zeigt also durchaus ein günstigeres Ergebnis für das rechte Ohr. Diese Aussage konnte STEBEL (103) anhand des gleichen Kollektivs bestätigen. Er fand in 26,1 % Asymmetrie des Hörverlustes, wobei der Anteil für das linke Ohr 14,9 %, der für das rechte Ohr 11,2 % betrug.

Zwischen den Audiogrammtypen 2 bis 4 ist eine Differenzierung des tonaudiometrischen Bildes möglich. Eine echte c^5 -Senke, d.h., ein maximaler Hörverlust in Senkenform bei 4 KHz, fand sich in 9,6 % aller Audiogramme, eine vorwiegende Hochtonsenke bei 6 KHz in 17,5 % und eine breite Senke, bei der der maximale Hörverlust zwischen 4 und 6 KHz etwa gleichgroß ist, in 8,4 %. Wir

hatten also dort, wo nach dem tonaudiometrischen Bild eine Unterscheidung der Lokalisation der " c^5 -Senke" möglich ist, um 7,9 % häufiger eine Hochtonsenke bei 6 KHz als bei 4 KHz. Ein entsprechendes Ergebnis fand auch BRUSIS (8) an einem zu begutachtenden Krankengut Lärmschwerhöriger; hier war jedoch der Unterschied noch um fast 3 % höher.

Die Diskussion zu den Ergebnissen der Fragestellungen läßt sich in zwei übergeordnete Abschnitte einteilen. Die Fragestellungen 1 bis 3 befassen sich mit arbeitsmedizinisch-praktischen Fragen. Es soll aufgezeigt werden, welche Tätigkeiten, welche Betriebsarten und welche Lärmquellen in der Holzverarbeitenden Industrie aufgrund des einwirkenden Lärms besonders gehörschädigend wirken. Betriebs- und Gewerbeärzte können damit Hinweise erhalten, wo Gehöruntersuchungen und prophylaktische Maßnahmen in der Holzbearbeitung Priorität haben sollten. Der zweite Teil der Diskussion, der die Fragestellungen 4 bis 8 betrifft, beschäftigt sich mehr mit audiologischen Fragen, die am Beispiel der Holzverarbeitenden Industrie beantwortet werden.

6.1. Arbeitsmedizinischer Teil

Es soll im folgenden der Versuch unternommen werden, eine Rangfolge der größten Hörverluste und damit auch der größten Hörgefährdung für die verschiedenen Tätigkeitsbereiche, Betriebsarten und Lärmquellen in der Holzverarbeitenden Industrie herzustellen und diese in Beziehung zu dem einwirkenden Lärm zu setzen. Um diese Rangfolge in den drei ersten Fragestellungen deutlich zu mach-

en, müssen für die Audiogrammtypen Bewertungsfaktoren eingebracht werden. Der normale Audiogrammbe- fund - Typ 1 - wurde mit dem Faktor 1 bewertet, das schon lärmgeschädigte Gehör - Typ 2 - 4 - bekam den Faktor 2, das bereits gestörte Flüstersprachehörver- mögen - Typ 5 - den Faktor 3 und die mehr als gering- gradigen Lärmschwerhörigkeit - Typ 6 - den Faktor 4. Der jeweilige Faktor wurde nun mit dem prozentualen Anteil jedes Audiogrammtyps multipliziert, woraus sich die Bewertungssumme für jede Tätigkeit durch Addition errechnen ließ. In den Sägewerken z.B. fand sich

Typ 1 in 30,5 % : $30,5 \times \text{Faktor } 1 \approx 30,5$

Typ 2 - 4 in 35,9 % : $35,9 \times \text{Faktor } 2 \approx 71,8$

Typ 5 in 10,9 % : $10,9 \times \text{Faktor } 3 \approx 32,7$

Typ 6 in 22,7 % : $22,7 \times \text{Faktor } 4 \approx 90,8$

Hieraus resultiert die Bewertungssumme 225,8.

Es ergaben sich auf diese Weise für die verschiedenen Tätigkeiten in den Betrieben folgende Bewertungssum- men (Tab. 83).

Tab. 83:

Tätigkeit	Bewertungssumme
in Sägewerken	225,8
in Maschinensälen	217,6
nichtmaschinengeb.	185,9
in Schleifabteilungen	185,6
in Furnierabteilungen	175,2
in Montagehallen	174,9
in Lackierabteilungen	163,8

Auf die Berechnung der Bewertungssumme in Bohrabteilungen wird verzichtet, da hier nur 10 Personen untersucht wurden.

Vergleicht man diese so ermittelten Bewertungssummen für die Hörverluste mit den Ergebnissen der Signifikanzprüfung, dann findet man gute Übereinstimmung. In Maschinensälen und Sägewerken findet sich die mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit signifikant häufiger. Dies entspricht den hohen erreichten Bewertungssummen dieser beiden Tätigkeitsbereiche. Die nicht maschinellen Tätigkeiten und die Arbeit in den Schleifabteilungen, die in ihrer Bewertungssumme fast gleich sind, zeigen in keinem der Audiogrammtypen signifikante Häufigkeiten. Dagegen weisen die drei Tätigkeitsbereiche mit den niedrigsten Bewertungssummen eine sehr signifikante größere Häufigkeit normaler Audiogrammbefunde auf.

Haben wir nun durch die Einführung von Bewertungsfaktoren, die – und das sei unbestritten – in ihrer Grössenordnung natürlich subjektiv ausgewählt sind, aber gut mit den Ergebnissen der Signifikanzprüfung und mit dem tonaudiometrischen Bild der gemittelten Audiogramme in Korrelation stehen, einen Maßstab zur Beurteilung der Schädlichkeit der verschiedenen Tätigkeiten, so erscheint es schwieriger, eine abgesicherte Bewertung für den Lärm zu finden. Der Beurteilungspegel, der in unseren Meßreihen zudem auf Grund einer einzigen Messung noch einen Unsicherheitsfaktor beinhaltet, kann nicht der alleinige Parameter sein und zwar aus folgendem Grunde: innerhalb des Breitbandgeräusches, das, wie wir gesehen haben, als repräsentativ für die Holzindustrie angesehen werden darf, kann der Pegel der Frequenzanalyse die Schädlichkeitsgrenzkurve z.B. die A-Kurve von 1 KHz = 80 dB oder die empirisch am besten abgesicherte Schädlichkeitsgrenzenkurve nach SLAWIN in mehreren Oktavbändern gering, aber auch in einem Oktavband erheblich überschreiten, ohne daß dies im Beurteilungspegel zum Ausdruck kommt. Dabei muß aber in einem solchen Falle die hohe schmalbandige Überschreitung als größere Gefährdung angesehen werden.

Wir haben zur Bewertung unserer Spektralanalyse die "SLAWIN-Norm" mit herangezogen. Dabei zeigte sich, daß in den Maschinensälen (Beurteilungspegel 92,6 dB (A)), die "SLAWIN-Norm" in 3 Frequenzbändern überschritten wurde, dabei in 2 Oktaven deutlich, d.h. um mindestens 3 dB. In den Sägewerken (Beurteilungspegel 92,2 dB (A)) fand sich genau das gleiche Ergebnis. In den Schleifabteilungen (Beurteilungspegel 87,2 dB (A))

wurde die "SLAWIN-Norm" in 2 Oktaven gering überschritten. Die restlichen Spektrogramme lagen sämtlich unterhalb dieser Schädlichkeitsgrenze. Es ergibt sich demnach unter Berücksichtigung der Beurteilungspegel hinsichtlich der zu erwartenden Lärmhörschäden folgende Rangfolge:

Am häufigsten mit Hörstörungen muß gerechnet werden

- 1./2. in Sägewerken und
Maschinensälen
3. in Schleifabteilungen
4. in Furnierabteilungen
5. in Montagehallen
- 6./7. bei manuellen nicht maschinengebundenen Tätigkeiten und
Lackierabteilungen

Vergleicht man die nach der Rangfolge der Lärmmessungen zu erwartenden Hörschäden mit den tatsächlich vorhandenen, so zeigt sich bis auf eine Ausnahme eine völlige Übereinstimmung, obwohl LAJ und Durchschnittsalter der Probanden nicht berücksichtigt wurden. Die Ausnahme betrifft die Personen, die nicht an Maschinen ihre Arbeit verrichten. Wir halten diese Tatsache aber für leicht erklärlich, da gerade diese Gruppe keinen so festen Arbeitsplatz hat, wie Probanden der anderen Tätigkeitsgruppen, wodurch Lärmmessungen innerhalb einer repräsentativen Teilzeit ungleich schwerer durchzuführen sind.

Wir können aber zusammenfassend feststellen, daß auf Grund der Lärmmessungen und Audiogrammbefunde die Gehörschädigungsgefahr mit Abstand am größten in Maschinensälen und Sägewerken ist. Deutlich geringer gefährdet erscheinen Arbeiter der Schleifabteilungen. Die nicht direkt an Maschinen Arbeitenden sind hinsichtlich ihrer Audiogrammbefunde den Arbeitern der Schleifabteilungen vergleichbar, die Lärmmessergebnisse zeigen aber keine Korrelanz zu den Hörverlusten. Mit den wenigsten und geringsten Hörverlusten ist bei den Beschäftigten in den Furnier-, Montage- und Lackierabteilungen zu rechnen.

Nachdem sich also in den verschiedenen Tätigkeitsgebieten der Holzverarbeitenden Industrie Abteilungen gezeigt haben, die besonders lärmintensiv und nachgewiesenermaßen gehörschädigend sind, stellt sich auch die Frage, ob zwischen den einzelnen Betriebsarten Unterschiede bestehen.

Wenn wir dazu wiederum Bewertungssummen für die Hörverluste bilden, ergibt sich folgende Verteilung (Tab. 84).

In der Bewertung konnten allerdings die besonderen Verhältnisse in der Polstermöbelfabrik und den Wohnmöbelfabriken nicht mit einbezogen werden. In der Polstermöbelfabrik trug etwa jeder 2. Proband Gehörschutz, in der Wohnmöbelindustrie fand sich der mit Abstand höchste Anteil von Gastarbeitern, der eine um 67 % geringere Zahl von Lärmarbeitsjahren aufweist als deutsche Arbeitnehmer.

Tab. 84:

Art des Betriebes	Bewertungssumme
Dachträgerindustrie	251,6
Holzkistenindustrie	239,1
Kleiderbügelindustrie	238,0
Stuhlmöbelindustrie	231,8
Polstermöbelindustrie	204,3
Büromöbelindustrie	202,3
Fensterrahmenindustrie	187,9
Furnier- und Sperrholzindustrie	185,9
Wohnmöbelindustrie	166,6

Vergleicht man die Bewertungssummen mit der Signifikanzprüfung (Tab. 33) , so findet man, daß auch hier Dachträger- und Holzkistenindustrie die schlechtesten Ergebnisse aufweisen; Stuhlfabriken und Kleiderbügelindustrie als um nur wenig geringer gehörschädigende Betriebsarten tauschen die Plätze. Die übrige Reihenfolge bleibt aber bestehen.

Die Lärmbewertung zeigte, daß in der Polstermöbelindustrie, die auch den höchsten Beurteilungspegel aufwies, die Schädlichkeitsgrenze nach der "SLAWIN-Norm" in 4 Oktaven überschritten wurden, davon in 1 Bandbreite deutlich, d.h. um mindestens 3 dB und in 2 Bandbreiten sehr deutlich, d.h. um mindestens 6 dB.

Bei der Dachträgerfabrikation (Beurteilungspegel 93,2 dB) überschritten die gemessenen Pegel die "SLAWIN-Norm" in 3 Oktaven, davon zweimal deutlich, einmal sehr deutlich. Bei der Holzkistenfabrikation (Beurteilungspegel 92,4 dB) und der Kleiderbügelherstellung (Beurteilungspegel 94,0 dB) fand sich ebenfalls in 3 Oktavbandbreiten ein Überschreiten der Schädigungsgrenze, dabei jeweils einmal gering, einmal deutlich und einmal sehr deutlich. Obwohl der Beurteilungspegel in der Kleiderbügelfabrikation um 1,6 dB größer war, läßt sich hier keine Rangfolge erkennen, denn hätte man statt der "SLAWIN-Norm", wie manche Autoren propagieren (REICHARDT (87)), die A-Kurve 80 dB bei 1000 Hz als Schädlichkeitsnorm gewählt, wären bei der Holzkistenfabrikation in 4 Oktavbreiten die Grenze überschritten worden, dagegen bei der Kleiderbügelherstellung wiederum nur in 3 Oktavbreiten. Bei der Wohnmöbelherstellung (Beurteilungspegel 88,5 dB) wurde die "SLAWIN-Norm" zweimal, in den Stuhlfabriken (Beurteilungspegel 88,6 dB) und den Büromöbelfabriken (Beurteilungspegel 87,6 dB) jeweils einmal gering überschritten. Die günstigsten Meßergebnisse zeigten sich in der Furnier- und Sperrholzherstellung (Beurteilungspegel 88,0 dB) und schließlich in der Fensterrahmenfabrikation (Beurteilungspegel 86,9 dB), wo es in keiner Oktavbandbreite zu einer Überschreitung der Schädlichkeitsgrenzen kam.

Demzufolge zeigt sich in der Schädlichkeitswertung des Lärms folgende Rangfolge:

1. Polstermöbelfabrikation
2. Dachträgerfabrikation
- 3./4. Holzkisten - und
Kleiderbügelfabrikation
5. Wohnmöbelfabrikation
6. Stuhlfabrikation
7. Büromöbelfabrikation
8. Furnier- und Sperrholzfabrikation
9. Fensterrahmenfabrikation

Berücksichtigt man die besonderen Bedingungen für Polstermöbel- und Wohnmöbelherstellung, die geringere Hörverluste zuließen als dem einwirkenden Lärm nach eigentlich zu erwarten war, ergibt sich auch hier im Vergleich der durch den Lärm zu erwartenden und der tatsächlich bestehenden Hörschädigung vollständige Übereinstimmung.

Man kann hiernach feststellen, daß die Gefahr einer Gehörschädigung am größten ist in der Dachträger-, der Holzkisten- und unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten wohl auch in der Polstermöbelindustrie. Kaum geringer erscheint die Gefährdung für Arbeiter der Stuhlmöbel- und Kleiderbügelindustrie. Auf die besonderen Voraussetzungen in der Wohnmöbelindustrie, die die Audiogrammbefunde gegenüber den anderen Betriebsarten kaum vergleichbar erscheinen lassen, wurde bereits hingewiesen. Da sich diese Unternehmenssparte in baulicher und maschineller Hinsicht aber wenig von der Büromöbelindustrie unterscheidet, dürfte sie hinsichtlich der zu erwartenden Häufigkeit von Hörschäden dort anzusiedeln sein. Am geringsten erscheint die Gefahr einer Hörschädigung in der Fensterrahmen- und Furnier- und Sperrholzindustrie.

Ob sich aus der nach unseren Befunden abgeleiteten Reihenfolge für die ersten fünf angegebenen Betriebsarten - also Dachträger-, Holzkisten-, Polstermöbel-, Stuhlmöbel- und Kleiderbügelindustrie - auch tatsächlich eine Rangfolge der Gehörgefährdung von allgemeiner Gültigkeit ableiten läßt, wagen wir bei den relativ kleinen Personenzahlen dieser Unternehmen und der dadurch eingeschränkten Zahl der untersuchten Personen (Seite 66) nicht zu behaupten. Auffällig ist jedoch, daß es sich durchweg um kleinere, räumlich eingeschränkte Betriebe handelt, die überwiegend auch mit Maschinen älterer Bauart ausgestattet und vor allem durch tiefstehende Trenndecken charakterisiert sind.

Die Unfallverhütungsvorschrift UVV-"Lärm" (108), in Kraft seit dem 1.12.1974, nennt in Anhang 2 "Arbeits-einrichtungen, deren Schallemission im allgemeinen einen Beurteilungspegel von 90 dB (A) oder mehr bewirken kann". Aus dem Bereich der Holzverarbeitenden Industrie gehören dazu die Fräsmaschinen, Kreissägen, Hobelmaschinen, Hackmaschinen und deren Kombinationen. Ferner führt die UVV-"Lärm" gleichberechtigt die Zerspanmaschinen an. Dies bedeutet einen eindeutigen Definitionsfehler, der korrigiert werden sollte; denn die Bezeichnung Zerspanmaschinen stellt einen Oberbegriff für Säge-, Hobel-, Fräs-, Stemm-, Dreh- und Schleifmaschinen sowie deren Kombinationen dar. Alle in der UVV-"Lärm" aufgeführten Maschinen wurden von uns im Rahmen der dritten Fragestellung besprochen.

Wie schon beim Vergleich der verschiedenen Tätigkeiten innerhalb der Holzverarbeitenden Betriebe und in-

nerhalb der verschiedenen Betriebsarten wollen wir sehen, ob sie oder auch andere Lärmquellen sich aufgrund der Hörverluste und der Lärmbeschaffenheit als besonders gehörschädigend herausstellen. Um die Wirkung der Maschine auf das Gehör vergleichen zu können, müssen wir wieder unsere Bewertungsfaktoren einbringen. Auf das statistisch zu kleine und deshalb vielleicht in der Bewertung zu unsichere Kollektiv der Arbeiter an Hackmaschinen (Bewertungsfaktor 264,3) soll bei dieser Aufstellung verzichtet werden. Bei den übrigen Maschinen ergab sich bei der Bewertung der zahlenmäßigen Verteilung der Audiogrammtypen folgende Rangfolge (Tab. 85).

Tab. 85:

Maschinentyp	Bewertungssumme
Kapp- und Pendelsägen	267,4
Mehrseitenhobelmaschinen	219,2
Kantenverleimmaschinen	216,8
Tischfräsmaschinen	207,8
Tischkreissägemaschinen	203,3
Doppelendprofiler	201,8
Aufteilautomaten	200,0
Vertikalgatter	194,0
Bandschleifmaschinen	187,5
Furniermessermaschinen	174,4
Überfurnierpressen	160,7
Furniertrockner	157,5

Der Vergleich mit der Signifikanzprüfung (Tab. 47) zeigt, daß auch dort Arbeiter an Kapp- und Pendelsägen sowie Mehrseitenhobelmaschinen, gefolgt von Arbeitern an Hackmaschinen die ungünstigsten, Arbeiter an Überfurnierpressen und Furniertrocknern die günstigsten Audiogrammbefunde aufweisen.

Bei der mit Abstand schlechtesten Audiogrammbewertung der Arbeiter an Kapp- und Pendelsägen ist zu bedenken, daß sich bei ihnen mit 50,2 Jahren das höchste mittlere Lebensalter findet. Sie sind damit im Schnitt um fast 10 Jahre älter als die höchstälteste Gruppe der Arbeiter an Mehrseitenhobelmaschinen mit 40,6 Jahren. Die Arbeiter an Überfurnierpressen sind mit durchschnittlich 32,4 Jahren die jüngsten. Die übrigen Gruppen liegen im Alter zwischen 35,3 bis 40,6 Lebensjahren und sind somit gut vergleichbar.

Zur Bewertung der Geräuschemission der Maschinen sollen als Maßstab wiederum die Beurteilungspegel und die "SLAWIN-Norm" herangezogen werden.

Bei den Hackmaschinen (Beurteilungspegel 101,3 dB (A)) wurde die Schädlichkeitsgrenze bei den zeitlich am längsten einwirkenden Pegel in 5 Oktavbandbreiten überschritten, dabei zweimal sehr deutlich, d.h. um mehr als 6 dB und ebenfalls zweimal deutlich, d.h. um mehr als 3 dB. Bei den Mehrseitenhobelmaschinen (Beurteilungspegel 94,5 dB (A)) kam es in 4 Bandbreiten zu Überschreitungen, dabei wiederum zweimal sehr deutlich und zweimal deutlich. Als weitere besonders gefährliche Lärmquelle erwiesen sich die Kapp- und Pendelsägen (Beurteilungspegel 93,8 dB (A)), bei denen die Grenznorm zwei-

mal, davon einmal sehr deutlich und einmal deutlich überschritten wurden. Es folgt dann eine Gruppe von Lärmquellen, die hinsichtlich ihrer Emission gleich beurteilt werden müssen. Es sind dies die Tischkreissägemaschinen (Beurteilungspegel 89,8 dB (A)), die Doppelendprofiler (Beurteilungspegel 90,6 dB (A)), die Aufteilautomaten (Beurteilungspegel 91,2 dB (A)) und die Vertikalgatter (Beurteilungspegel 90,3 dB (A)), die sämtlich in zwei Frequenzbreiten deutlich über die "SLAWIN-Norm" hinausgehen. Eine weitere Gruppe, die auf Grund ihrer Lärmemission ebenfalls gleich beurteilt werden muß, sind die Tischfräsmaschinen (Beurteilungspegel 88,7 dB (A)), die Kantenverleimmaschinen (Beurteilungspegel 87,0 dB (A)) und die Bandschleifmaschinen (Beurteilungspegel 86,1 dB (A)), die in 2 Bandbreiten die Schädlichkeitsgrenze erreichen oder überschreiten. Schwerer einzuordnen sind dagegen die Furniermessermaschinen (Beurteilungspegel 88,4 dB (A)), die in 3 Bandbreiten die von SLAWIN ermittelte Grenze erreichen. Allerdings hat der Lärm dieser Maschine impulsähnlichen Charakter, ist also von intermittierenden Pausen unterbrochen, ohne die bei typischem Impulslärm hohen Spitzen zu erreichen. Die maximale Gesamtintensität lag, wie auf Seite 140 beschrieben, bei "nur" 89,8 dB (A). Dieser Sonderfall kann nicht durch unsere vereinfachte Definition eines "Beurteilungspegels" (s. Seite 45) erklärt werden. Als weitere Lärmquelle sind dann die Überfurnierpressen (Beurteilungspegel 86,8 dB (A)) und die Furniertrockner (Beurteilungspegel 83,9 dB (A)) zu nennen, die in keiner Oktavbandbreite die Schädlichkeitsgrenze erreichen.

Hinsichtlich der zu erwartenden Gehörschädigung durch Maschinenlärm ergibt sich ohne Berücksichtigung der stärksten Lärmquelle Hackmaschine demnach etwa folgende Rangfolge:

1. Mehrseitenhobelmaschinen
2. Kapp- und Pendelsägemaschinen
- 3.-6. Tischkreissägemaschinen
 - Doppelendprofiler
 - Aufteilautomaten und
 - Vertikalgatter
- 7.-9. Tischfräsmaschinen
 - Kantenverleimmaschinen und
 - Bandschleifmaschinen
10. Furniermessermaschinen
- 11.-12. Überfurnierpressen und
 - Furniertrockner

Bei Tischfräsmaschinen und Kantenverleimmaschinen sind hierbei Audiogramm- und Lärmbewertung nicht korreliert, was immerhin durch die relativ kleinen Vergleichskollektionen erklärt werden kann, zumal Faktoren wie frühere Lärmexposition und Vorschädigungen nicht berücksichtigt wurden. Wir wollen aber nicht in Abrede stellen, daß auch die Lärmmessungen nicht repräsentativ sein könnten. Während wir also über diese beiden Lärmquellen zu keinem gültigen Schluß hinsichtlich ihrer Schädlichkeit kommen können, findet die hohe Audiogrammbewertungssumme der

Arbeiter an Kapp- und Pendelsägen im Vergleich zu den Probanden an Mehrseitenhobelmaschinen, die noch lärmintensiver sind, ihre Erklärung in dem um 10 Jahre höheren mittleren Lebensalter der ersten Gruppe. Ansonsten ist statistisch selbst bei der relativ kleinen Gruppe gute Übereinstimmung zwischen Audiogrammbefund und Lärmemission festzustellen.

Zusammenfassend können Hackmaschinen, Mehrseitenhobelmaschinen und Kapp- und Pendelsägen als besonders stark gehörschädigend,

Tischkreissägemaschinen, Doppelendprofiler, Aufteilaufmaschinen und Vertikalgatter als gehörschädigend,

Bandschleifmaschinen und Furniermessermaschinen als gering gehörschädigend und

Überfurnierpressen und Furniertrockner als nicht gehörschädigend

bezeichnet werden.

6.2. Audiologischer Teil

In der 1. Fragestellung konnte für die verschiedenen Tätigkeiten eine Rangfolge der vorhandenen Hörschädigungen erstellt werden, die mit der auf Grund des einwirkenden Lärms zu erwartenden Hörgefährdung bis auf eine Ausnahme gut korreliert war. Die vierte Fragestellung will nun herausfinden, ob sich eine ähnliche Aussage auch auf Grund der während einer Schicht auftretenden zeitweiligen Hörschwellenverschiebung machen läßt. Berech-

nen wir dazu für jede dieser Tätigkeiten den prozentualen Anteil der pathologischen TTS-Klassen A und B – die Tätigkeiten in Lackier- und Bohrabteilungen mußten wegen zu kleiner Kollektive entfallen – so ergibt sich folgende Rangfolge:

Tab. 86:

Tätigkeit	proz. Anteil d. TTS-Klassen A und B
in Sägewerken	46,0 %
in Maschinensälen	43,8 %
nicht masch. geb. Tätigkeiten	40,0 %
in Schleifabteilungen	33,3 %
in Furnierabteilungen	32,6 %
in Montagehallen	22,7 %

Die Rangfolge der tatsächlich bestehenden Hörschädigung in den verschiedenen Betriebstätigkeiten stimmt damit vollständig mit der Rangfolge der auf Grund von zeitweiliger Hörschwellenverschiebung bestehenden Hörgefährdung überein, wobei der Prozentsatz der TTS-Klassen A und B bei nicht an Maschinen beschäftigten Personen so hoch ist, weil bei ihnen hinsichtlich des 2. Audiogramms durch uns eine gewisse Selektion aufgrund der Lärmintensität erfolgte.

Obwohl nach allgemeiner Erkenntnis bei unseren Audiogrammklassen 5 und 6 keine TTS der Klasse A oder B er-

wartet werden darf – die Richtigkeit dieser Behauptung wird von uns in der 5. Fragestellung indirekt nachgewiesen – dürfte unser Vorgehen bei ausreichend großen Kollektiven ein auch statistisch nachweisbares äquivalentes Ergebnis zu der Reihenuntersuchung der ersten Fragestellung bringen. Dies war bei der Signifikanzprüfung der TTS-Häufigkeiten nicht der Fall. Da nur bei kleinen Personengruppen die TTS ermittelt werden konnte (Ausnahme: Tätigkeit in Maschinensälen), ließen sich trotz deutlicher prozentualer Unterschiede in den Häufigkeiten der TTS-Klassen A und B keine Signifikanzen nachweisen. Die Korrelation zwischen Bewertungssummengröße bei tatsächlicher Hörschädigung und prozentualen Anteil der auf Grund der TTS zu erwartenden Hörschädigung zeigt aber einen Korrelationskoeffizienten von ≈ 1 .

Die Bestimmung und Klassierung der TTS in den wichtigsten 3 Frequenzen 3, 4 und 6 KHz erweist sich somit als sehr brauchbar und gut praktikabler Maßstab, mit dem nicht nur das Ausmaß einer individuellen Hörfähigkeit bestimmt werden, sondern auch die tatsächlich vorhandene Hörschädigung durch Lärm abgeschätzt werden kann. Je niedriger der Anteil der TTS-Klassen A und B ist, umso geringer wird auch das Ausmaß der tatsächlichen Hörverluste sein und umgekehrt. Voraussetzung hierfür ist ein statistisch ermitteltes und ausreichend großes Kollektiv. Das gleiche Ziel, das Ausmaß einer zu erwartenden Hörschädigung einzuschätzen, verfolgt der in Anhang B der VDI 2058, Bl. 2 (109) eingebrachte Expositionstest. Er erhebt daneben noch den Anspruch, daß die 10 Minuten nach Schichtende bestimmte TTS ein ungefähres Maß für

die nach 10 Jahren zu erwartende korrigierte PTS sei. Stellt man unser Verfahren dem Expositionstest gegenüber, so findet sich ein wesentlicher Unterschied: der Expositionstest bezieht bei der TTS-Bestimmung nur Normalhörende ein, bei denen der Hörverlust in keiner Testfrequenz größer als 20 dB ist. Dabei mußten Personen ausgewählt werden, die genügend lange im Lärm tätig waren; denn die Untersuchungen von DAMSKY und JANSEN (10) haben gezeigt, daß bei Lärmarbeitern geringere Schwellenabwanderungen auftreten als bei Nichtlärmerge曝ierten. In der Auswahl repräsentativer Testpersonen liegt die besondere Problematik des Expositionstests.

Bei unserem Verfahren erfolgte dagegen keine Selektion der Testpersonen, wodurch große Kollektive zur Beurteilung herangezogen werden können. Wir kommen hiermit zu nachgewiesenermaßen "richtigen" Ergebnissen. Dieses Verfahren scheint uns zudem leichter durchführbar zu sein als der Expositionstest, denn 10 Normalhörende im Sinne dieses Testes unter Lärmarbeitern herauszufinden, dürfte einen kaum geringeren Zeitaufwand erfordern, als eine ganze Gruppe zweimal zu audiometrieren.

Die fünfte Fragestellung zeigt aber auch, welche Bedeutung hierbei die Auswahl genügend großer Untersuchungsgruppen hat; denn neben lärmunabhängigen Vorschäden wird das Ausmaß der TTS auch durch lärmbedingte Hörverluste geprägt. Je größer sich das Ausmaß einer bleibenden Hörschwellenverschiebung darstellt, um so geringer wird die sich aufpfropfende zeitweilige Hörschwellenabwanderung erweisen (LEHN-HARDT (58)).

Dieser Tatbestand wird durch den ersten Teil der fünften Fragestellung indirekt bestätigt. Der Anteil der TTS-Klasse A liegt bei einer Exposition von weniger als einem LAJ bei 19,4 %, bei 1 - 3 LAJ bei 19,6 %, um bei 4 - 10 LAJ auf 12,9 %, bei 11 - 20 LAJ auf 11,1 % und schließlich bei mehr als 20 LAJ auf 9,3 % zu fallen. Bei der TTS-Klasse B findet sich der größte Anteil in der Gruppe mit einer Lärmexposition von 4 - 10 LAJ mit 38,7 %. Er fällt bei mehr als 20 LAJ auf 18,0 % ab.

Dementsprechend besteht in der Häufigkeitsverteilung bei Arbeitern mit mehr als 20 LAJ für die TTS-Klasse B ein signifikant geringerer Anteil, für die Audiogramme, die überhaupt keine oder keine nennenswerte zeitweilige Hörschwellenverschiebung zeigen (Klasse C bis E), eine signifikant höherer Anteil gegenüber den bei Gleichverteilung zu erwartenden Häufigkeiten. Da aber bekanntlich mit zunehmender Lärmexpositionsdauer die bleibenden Hörverluste größer werden, müssen hiernach mit steigender Zahl von LAJ die TTS-Klassen kleiner werden. Auch der von DIEROFF (14) beschriebene Verlauf der Lärmschwerhörigkeit läßt sich auf die während eines Arbeitstages auftretenden reversiblen Hörverluste übertragen. DIEROFF beschreibt die Zeit zwischen dem ersten bis zum Ende des dritten LAJ als die "Phase der besten Verträglichkeit". Auch bei unseren Untersuchungen besteht kein Unterschied in der Häufigkeit der als pathologisch zu bezeichnenden Schwellenabwanderungen im Vergleich zwischen weniger als einem Lärmearbeitsjahr und 1 - 3 LAJahren. Nach DIEROFF folgt dann vom 4. - 12. LAJ die "Phase des Zusammenbruchs". Auch bei uns finden sich in dieser Zeit (4 - 10 LAJ) sig-

nifkant hufiger pathologische zeitweilige Hrschwellenverschiebungen. Von 12 LAJ sah DIEROFF bei seinen Untersuchungen eine "Phase der Sattigung". Auch unsere Befunde weisen etwa ab 11. LAJ eine deutlich geringere Zahl von pathologischen TTS's auf. Allerdings kann auf Grund der Tatsache, daB die nicht pathologischen TTS-Klassen C bis E nach dem 20. LAJ signifikant hufiger auftreten, nicht der SchluB gezogen werden, daB auch fur die bleibenden Hrvrluste eine Sattigungsphase eingetreten ist.

Obwohl, wie wir in der Diskussion der Ergebnisse von Fragestellung 7 sehen werden, auch bei uns der von DIEROFF beschriebene phasenhafte Verlauf der bleibenden Hrschaden besteht, zeigen die gemittelten Audiogramme eine Verschiebung zu hoher Expositionsdauer. Dies ist dadurch zu erklaren, daB DIEROFF's Probanden einem Larmpegel um 100 dB (A) ausgesetzt waren, unsere Probanden einer Intensitat um 90 dB (A). Auch an der zeitweiligen Hrschwellenverschiebung ist also der phasenhafte Verlauf der Larmschwerhorigkeit zu erkennen, wir werden aber noch sehen, daB er zeitlich fruher auftritt, als bei den bleibenden Hrvrlusten.

Das AusmaB der TTS steht in einem proportional linearen Verhaltnis zum einwirkenden Larm. Diese Regel gilt bei Breitbandgerauschen fur den Einwirkungsbereich oberhalb 85 dB (A).

Im 2. Teil unserer funften Fragestellung konnten wir nachweisen, daB bei Beurteilungspegeln unter 85 dB (A) die hoch pathologische TTS-Klasse A signifikant seltener, die nicht pathologischen Klassen C bis E signifikant hau-

figer auftraten als bei höheren Äquivalenzpegeln. Diese Tatsache unterstreicht die Bedeutung und Richtigkeit der im Entwurf befindlichen Verordnung über Arbeitsstätten des Bundesarbeitsministeriums (11), die nur in Ausnahmefällen eine Überschreitung des Beurteilungspegels von 85 dB (A) um 5 dB (A) zulassen will (§ 15, 1.3). In unseren Untersuchungen konnten wir allerdings in der Häufigkeitsauszählung zwischen den Beurteilungspegeln 85 - 89 dB (A) einerseits und 90 - 99 dB (A) andererseits keine Signifikanzen finden. Dagegen wiesen Personen, die Intensitäten von 100 dB (A) und mehr ausgesetzt waren, sehr signifikant öfter (1%-Niveau) die sehr gefährliche TTS-Klasse A auf.

Wir können am Beispiel der Holzverarbeitenden Industrie die bekannten Befunde bestätigen, daß die Ausprägung der TTS in Abhängigkeit von früheren und gegenwärtigen Lärmexpositionen gegenseitig beeinflußt wird. Die Ergebnisse der vierten Fragestellung machen aber klar, daß das Ausmaß der zeitweiligen Hörverluste in noch so hohem Maße von der gegenwärtigen Lärmqualität beeinflußt werden, daß bei genügend großen Kollektiven von untersuchten Personen, audiologische Vorschäden durch Lärm weitgehend vernachlässigt werden können.

Ging die fünfte Fragestellung auf Faktoren ein, die eine vorübergehende Schwellenabwanderung beeinflussen, so will die sechste Fragestellung aufzeigen, wodurch hauptsächlich die bleibenden Hörverluste bedingt sind. Es wurde als Maßstab für die "Lärmschwerhörigkeit" in engerem Sinne ein Hörverlust von 40 dB bei 3 KHz gewählt; eine Überschreitung dieses Wertes kommt einem Einbruch in das Flüstersprachegehör gleich. Interessant

erscheint in diesem Zusammenhang, daß unter den einseitig Geschädigten die Personen mit linksseitig größerem Hörverlust bezogen auf alle untersuchten Personen einen um 3 % höheren Anteil ausmachten.

Diese Aussage steht in Einklang mit den Ergebnissen STEBEL's (103), der am gleichen Kollektiv bei Asymmetrie der Hörverluste erheblich häufiger das linke Ohr betroffen fand. Damit dürfte auch die Behauptung WATSON's (119) widerlegt sein, daß das rechte Ohr lärmempfindlicher sei als das linke Ohr. PLATH (83) dagegen meint, wenn das linke Ohr stärker geschädigt sei als das rechte, was relativ häufig vorkomme (sic !), dann könne es daran liegen, daß beim Autofahren stärkere Intensitäten auf das linke Ohr einwirkten. Wahrscheinlicher ist aber wohl, daß das linke Ohr in solchen Fällen der Lärmquelle zugewendet ist, während der Kopf für das rechte Ohr einen Schallschatten bietet (LEHNHARDT (59)). Dies ist beim Rechtshänder überwiegend der Fall.

Wenn wir die mittlere Lärmexpositionsdauer von Arbeitern, die ein- oder beidseitig Hörverluste von mehr als 40 dB bei 3 KHz aufweisen mit der mittleren Lärmexpositionsdauer bei Arbeitern mit weniger gleich 40 dB Hörverlusten bei 3 KHz vergleichen, dann finden wir höchst signifikante Unterschiede (0,1%-Niveau). Arbeiter ohne Einbuße des sozialen Hörvermögens haben durchschnittlich etwa 5 - 6 Jahre weniger Lärm gearbeitet als Arbeiter mit einseitigem Hörverlust des beschriebenen Ausmaßes und 9 - 10 Jahre weniger als die beidseitig sozial Beeinträchtigten. Man kann demnach in der Holzverarbeitenden Industrie nach durchschnittlich 16 -

17 LAJ mit einseitigem, nach durchschnittlich 20 LAJ mit beiseitigem Einbruch in das Flüstersprachegehör rechnen. Dieser Befund entspricht auch den Ergebnissen SWOBODA's (104), der bei Lärmarbeitern der Metallindustrie mit einer Expositionsdauer von 21 - 30 Jahren ein Überschreiten von 40 dB bei 3 KHz fand.

Auch zwischen einseitigen und beidseitigen Hörverlusten mit sozialer Beeinträchtigung finden sich statistisch nachweisbare Unterschiede der Expositionsdauer. Tab. 59 zeigt, daß zwischen linksseitig und beidseitig Geschädigten ein signifikanter Unterschied besteht. Für die rechtsseitigen Hörverluste ließ sich die Signifikanz wohl nur deshalb nicht nachweisen, weil die Gruppe mit 35 Personen zu klein war.

Auch die einwirkenden Lärmintensitäten hatten einen unmittelbaren Einfluß auf die Hörverluste. Unter Beurteilungspegeln, die 90 dB (A) nicht überschreiten, betrug der Anteil der Arbeiter mit beidseitigen Hörverlusten von mehr als 40 dB in der Frequenz 3 KHz weniger als 50 % und der Anteil der Arbeiter mit Hörverlusten von weniger gleich 40 dB bei 3 KHz fast 63 % (Tab. 60). Andererseits lag bei Beurteilungspegeln, oberhalb 95 dB (A) der Anteil der auf beiden Ohren sozial beeinträchtigten Probanden bei fast 27 %, der Anteil der sozial noch nicht geschädigten bei weniger als 11 %. Dieser Befund bestätigt eine Aussage, über die bei allen Autoren Einigkeit herrscht; nämlich, daß zwischen Hörverlust und Lärmintensität eine lineare Beziehung besteht. Der Anteil der Personen, die einseitig oder beiseitig bei

äquivalenten Schallpegeln, die 90 dB (A) nicht überschreiten, sozial gehandicapt sind, lag bei uns bei 14,1 % aller Untersuchten, der prozentuale Anteil der pathologischen TTS-Klassen A und B bei Beurteilungspegeln, die 89 dB (A) nicht überschreiten bei 13,4 %. Diese noch zu hohen Prozentsätze machen deutlich, daß, wie im Entwurf der Verordnung über Arbeitsstätten (111) bereits geschehen, nicht aber in der UVV "Lärm" (108) und VDI 2058, Bl. 2 (109) als Schallpegelrichtwert ein Beurteilungspegel von 85 dB (A) anstelle von 90 dB (A) gewählt werden sollte.

Neben der einwirkenden Intensität des Lärms prägt aber auch seine Frequenzcharakteristik das Ausmaß der Hörverluste. Wir konnten nachweisen, daß unter Tieftongeräuscheinwirkung Hörschwellenabwanderungen von mehr als 40 dB bei 3 KHz signifikant seltener sind als unter Breitbandgeräuschen, Mittel- und Hochtongeräuschen und Geräuschen mit totalem Beiklang.

Diese Aussage steht in Einklang mit der Tatsache, daß Schmalbandgeräusche mit vorwiegend tiefem Frequenzanteil weniger schädlich sind als solche, die ihre höchsten Intensitäten in den Frequenzen 1 - 4 KHz aufweisen (LEHNHARDT (58)). Andererseits zeigt sich aber ein scheinbarer Widerspruch zu der Tatsache, daß Schmalbandgeräusche schädlicher sind als Breitbandgeräusche (LEHNHARDT (57)). Erstens finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Mittel- und Hochtongeräuschen und tonalen Geräuschen auf der einen Seite und den Breitbandgeräuschen auf der an-

deren Seite. Dies dürfte aber wohl nur daran liegen, daß statistisch gesehen zu wenig schmalbandige Geräusche auftraten; denn 41,7 % aller gefundenen Mittel- und Hochtongeräusche ($n = 24$) hatten Hörverluste hervorgerufen, die zu sozialem Handicap führen, dagegen "nur" 30,5 % aller Breitbandgeräusche. Bei einem hohen Anteil von Mittel- und Hochtongeräuschen wären zweifellos auch signifikante Unterschiede gegenüber den Breitbandgeräuschen zu erwarten gewesen. Zweitens sahen wir, daß bei unseren Untersuchungen die Tieftongeräusche signifikant seltener die beschriebenen Hörverluste hervorgerufen als die Breitbandgeräusche. Dieser Sachverhalt weist auf die Notwendigkeit der Schallpegelbewertung hin. Der mittlere A-bewertete Pegel der Tieftongeräusche betrug nämlich nur 83,1 dB (A), der mittlere A-bewertete Pegel der Breitbandgeräusche aber 90,4 dB (A). Es besteht folglich in diesem Fall gar kein Widerspruch zu der Tatsache, daß schmalbandige Geräusche schädlicher sind als breitbandige, weil die Voraussetzung vergleichbarer Pegel hier nicht gegeben sind. LORENZ (61) konnte aber unter Laboratoriumsbedingungen vergleichbare Bedingungen schaffen. Er belastete Versuchspersonen mit Flugzeuglärm, der in den tiefen Frequenzen durch maximale Intensitäten und mit Industrielärm, der durch hohe Schallpegel in den höheren Frequenzen charakterisiert war. Der Gesamtschallpegel betrug jeweils 100 dB. Hiermit konnte er infolge stärkerer zeitweiliger Hörschwellenverschiebung die größere Schädlichkeit des Industrielärms nachweisen.

Die 7. Fragestellung befaßt sich mit den von den untersuchten Personen anamnestisch erhobenen Angaben zu Lärm und Lärmhörschäden und stellt diese den gefunde-

nen Meßdaten gegenüber. Auffällig ist, daß 83,5 % aller Befragten ihren Arbeitsplatz als laut beurteilen. Von diesen 83,5 % sind es wieder 83,1 %, die einem Beurteilungspegel von 85 dB (A) und mehr bzw. 53,5 %, die einen Beurteilungspegel von 90 dB (A) und mehr ausgesetzt sind. Von den 16,5 %, die dagegen ihren Arbeitsplatz als nicht laut empfinden, lag der Beurteilungspegel bei 85 dB (A) und mehr in 37,0 % der Fälle und bei 90 dB (A) und mehr in nur 20,0 % der Fälle. Hier zeigen sich in den beiden Gruppen höchst signifikante Unterschiede. Trotzdem kann man der Frage nach subjektiver Einschätzung des Lärms am Arbeitsplatz nur bei der individuellen Untersuchung größeren Stellenwert beismessen, denn für nicht objektivierbare Angaben, wie die persönliche Beurteilung des Arbeitsplatzlärms, können keine verallgemeinernden Schlußfolgerungen gezogen werden. Dies zeigt sich besonders bei der Lärmbelastung mit Schallpegeln von weniger als 85 dB (A). Obwohl in der Gruppe, die den Arbeitsplatz als laut beurteilt, nur 16,9 % solchen Intensitäten ausgesetzt sind, während der Anteil der Gruppe, die den Arbeitsplatz als nicht laut einschätzt, 63,0 % beträgt, zeigen die absoluten Zahlenwerte, daß immerhin 116 Personen einen Beurteilungspegel von weniger als 85 dB (A) als laut empfinden gegenüber nur 85 Personen, die ihn als nicht laut beurteilen. Allerdings kann man wohl sagen, daß von der Mehrheit der Pegel erst zwischen 85 und 89 dB (A) als laut empfunden werden. Wie die Signifikanzprüfung in Tab. 66 zeigt, ist die Zahl derjenigen, die den Arbeitsplatz als laut einschätzen unter Intensitäten von weniger als 85 dB (A) höchst signifikant geringer als es eine statistische Gleichverteilung erwarten läßt, wäh-

rend umgekehrt die Zahl der Probanden, die den Arbeitsplatz als nicht laut empfinden, unter derartigen Schallpegeln höchst signifikant häufiger auftritt.

Der Geräuschcharakter scheint dagegen für die Beurteilung, ob der Arbeitsplatz als laut eingeschätzt wird oder nicht, keine Bedeutung zu haben. Jedenfalls zeigten sich (Tab. 68) keine signifikanten Unterschiede. Dies kann aber durchaus durch den zahlenmäßig geringen Anteil schallbandiger Geräusche bedingt sein, denn 91,7 % aller Mittel- und Hochtongeräusche gegenüber nur 78,5 % aller Tieftongeräusche wurden als laut beurteilt.

Führt man sich unsere Definition dieser Lärmspektren ins Gedächtnis zurück, dann erscheint ein solcher Sachverhalt auch logisch, da die Mittel- und Hochtongeräusche frequenzmäßig gerade im Bereich besten Hörens angesiedelt sind. Auch die A-Bewertungskurve trägt dem Rechnung, indem gleiche lineare Intensitäten mittlerer und hoher Frequenzen bis 4 KHz höher bewertet werden als die tiefen.

Ein besonders interessantes Ergebnis brachte die Korrelation zwischen der Lärmbeurteilung am Arbeitsplatz und der mittleren Zahl der Lärmarbeitsjahre. Wir erwarteten, daß in der Gruppe, die den Arbeitsplatz als nicht laut beurteilt, die Zahl der LAJ besonders groß sei. Dabei stützten wir uns auch auf die bekannte Tatsache, daß Personen, die sich ständig an lärmzeugenden Maschinen aufhalten, die Geräusche gar nicht mehr "hören" (SANDER (92)). Auch SCHRÖDER (96) wies eine Gewöhnung an den Lärm nach. Er beobachtete, daß Lärmarbeiter 65 dB, Nichtlärmarbeiter 45 dB als mittellaut beurteilen. Unsere Befunde zeigen ein genau gegen-

teiliges Bild. Arbeiter, die den Arbeitsplatz als nicht laut beurteilten, wiesen bei gleicher gegenwertiger Lärmbelastung eine höchst signifikant bzw. signifikant geringere Zahl von LAJ auf. Bei ihnen lag die gemittelte Lärmarbeitszeit zwischen 6,5 und 10,3 Jahren. Dagegen betrug sie bei denjenigen, die den Arbeitsplatz als laut beurteilten 13,7 - 15,0 LAJ. In der Umkehrung kann man hieraus schließen, daß Lärmarbeiter mit langer Lärmexpositionsdauer unabhängig von der gegenwärtigen Lärmbelastung größere Lärmempfindlichkeit zeigen als Lärmarbeiter mit kurzer Lärmexpositionsdauer.

Rund 25 % aller untersuchten Personen hielten ihr Gehör zum Zeitpunkt der Untersuchung für nicht mehr normal. Definiert man, daß eine MdE von 10 % erst dann vorliegt, wenn auf beiden Ohren bei 3000 Hz ein Hörverlust von 40 dB überschritten wird, (im Falle einer "Stütz-MdE" z.B. durch Fingerverlust von ≥ 10 %), so fanden wir in rund 19 % potentiell entschädigungspflichtige Fälle. Bei KOCH und WAGEMANN (49), die Untersuchungen bei Werftarbeitern durchführen ließen, gaben demgegenüber 60 % eine Schwerhörigkeit an, eine MdE ab 10 % aber bestand in 93 % der Fälle. Diese großen Unterschiede sind wohl in den erheblich höheren Lärmintensitäten bei den Werftarbeitern begründet. Sie zeigen aber, daß zwischen subjektiven Angaben und objektivem Befund deutliche Differenzen bestehen.

Bei den 157 Personen, die in unseren Untersuchungen einen Hörverlust von mehr als 40 dB bei 3 Khz aufwiesen, meinten nur 55,4 %, daß ihr Gehör nicht mehr normal sei. Dagegen gaben allerdings von denjenigen, bei denen der Hörverlust bei 3 Khz 40 dB nicht überschritt, nur 15,6 %

Schwerhörigkeit an. Diese Werte zeigen im Vierfeldertest höchst signifikante Unterschiede gegenüber einer statistischen Gleichverteilung, ebenso wie die Signifikanzprüfung zwischen einseitig und nicht sozial Geschädigten. Man kann also hieraus schließen, daß einerseits in der Mehrheit zwar das Hörvermögen durchaus richtig eingeschätzt wird, daß andererseits aber ohne Audiogrammbefunde eine viel zu große Dunkelziffer bestehen würde. Diese kann jedoch verringert werden, wenn man die anamnestic erhobene Zahl von Lärmarbeitsjahren mit einbezieht.

Nach bis zu 3 LAJ gaben höchst signifikant weniger Personen an, ihr Gehör sei nicht normal, sehr signifikant (< 1 LAJ) bzw. signifikant (1 - 3 LAJ) mehr Personen dagegen ihr Gehör sei normal. Von 4 - 20 LAJ entspricht die Angabe, ob das Gehör normal oder nicht normal empfunden wird, der statistischen Gleichverteilung. Vom 21 - 30 LAJ kehrt sich dann das Verhältnis der ersten 3 LAJ um. Es finden sich höchst signifikant weniger Personen, die das Gehör als noch normal bezeichnen und höchst signifikant mehr Personen, die es für nicht mehr normal halten. Die gemittelten Audiogramme für die Gruppen in Abhängigkeit von der Lärmexpositionszeit machen diesen Sachverhalt auch objektiv deutlich. Trennen wir die Audiogramme nicht mehr nach den subjektiven Kriterien der eigenen Gehörbeurteilung (Abb. 68), so kann man den von DIEROFF (14) beschriebenen Verlauf der Lärmschwerhörigkeit auch hier erkennen. Während es in der "Phase der Anpassung" zwischen den Arbeitern mit weniger als 1 Jahr Lärmarbeit und denen mit 1 - 3 Lärmarbeitsjahren kaum Unterschiede gibt (Ausnahme bei 3 KHz, die von DIEROFF nicht untersucht wur-

den) zeigt sich von 4 LAJ ein Audiogrammbild, das bis zum 20. LAJ keinen sehr großen Veränderungen unterworfen ist. Die gemittelten Audiogramme von Arbeitern mit 7 - 10 LAJ gegenüber denen mit 4 - 6 LAJ zeigen sogar einen günstigeren Verlauf. Dieser kaum zu erklärende Befund steht in Übereinstimmung mit Untersuchungsergebnissen mehrerer anderer Autoren (GOLDNER (26) u.a.).

Erst nach dieser "Phase der Kompensation" kommt es vom 21 - 30 LAJ zu einem deutlichen Abfall der Audiogrammkurve im Bereich von 2, 3, 4 und 6 KHz, der auch dann noch bestehen würde, wenn man einen Altersabzug nach den von SCHMIDT (93) angegebenen Werten vornehmen würde.

Die Hörverluste der Arbeiter mit mehr als 30 LAJ bringen wiederum eine weitere Vergrößerung gegenüber der Gruppe mit 21 - 30 LAJ. Wenn man aber sieht (Tab. 12), daß das mittlere Lebensalter bei der Gruppe mit 21 - 30 LAJ 47,6 Jahre, das der Gruppe mit mehr als 30 LAJ 56,5 Jahre beträgt, könnte man tatsächlich von einer "Phase der Sättigung" sprechen, denn die Hörverluste nehmen, weniger als es dem Alter entspricht, zu. Eine Korrektur nach den mittleren Altershörverlusten SCHMIDT's würde sogar zu einer "reductio ad absurdum" (NIEMEYER (79)) führen.

Gegenüber DIEROFF's Befunden tritt bei unseren Ergebnissen der phasenhafte Verlauf allerdings lärm Arbeitszeitlich verschoben auf. Die Phase der Kompensation liegt nicht in der Zeit vom 1. bis zum 4. LAJ, sondern zwischen dem 3. und 20. LAJ, die Phase des Zusammen-

bruchs nicht in der Zeit vom 4. bis 12., sondern vom zwischen dem 21. bis 30. LAJ. Dies ist wohl dadurch zu erklären, daß die bei DIEROFF untersuchten Arbeiter Lärmbelastungen von etwa 100 dB (A) ausgesetzt waren, während der äquivalente Schallpegel der von uns untersuchten Personen um rund 10 dB niedriger war.

Die auch von HÜLSE und PARTSCH (32) sowie von IWASAWA (33) geäußerte Ansicht, daß ein maximaler Hörverlust innerhalb der ersten 10 LAJ auftritt und dann nur noch um den zusätzlichen Altershörverlust zunimmt, dürfte ebenfalls nur für höhere Lärmpegel als in der Holzindustrie Gültigkeit haben. Dies wird auch bestätigt durch die Untersuchungen von PIETRUCK und RINGER (84). Die Autoren wiesen bei Personen, die einer höheren Lärmintensität als 80 dB (A) ausgesetzt waren, einen deutlichen Hörverlust erst nach 10 - 20 LAJ nach. Auch MARTINET (67) fand nach 10 Jahren Lärmexposition unter 85 - 95 dB keine Hörverluste, die zu sozialen Beeinträchtigungen führten. Man kann folglich vermuten, daß unter geringerer Schallbelastung der phasenhafte Verlauf lärmarbeitszeitverschoben auftritt.

Die achte Fragestellung schließt thematisch an die siebente an. Es geht hierbei zwar nicht um die subjektive Einschätzung von Lärm und Lärmhörschäden, sondern um das individuell unterschiedlich auftretende Symptom Ohrgeräusche, aber der Zusammenhang läßt sich unter dem Gesichtspunkt begründen, daß neben Lärm- und Gehörbeurteilung durch die Probanden auch die Frage nach Ohrgeräuschen zu den nicht audiometrischen Siebverfahren zur Erkennung von Lärmhörschäden gehören sollte. Über die Bedeutung der Ohrgeräusche bei Lärmarbeitern herrscht

weitgehend Uneinigkeit. Nach Ansicht von GRECO (27) stehen Ohrgeräusche weder mit dem Grad der Schwerhörigkeit noch der Frequenzcharakteristik, noch der Lautstärke in Beziehung. Auch KISHI (41) fand keine Korrelation mit der Lärmstärke. RÜEDI (91) sieht sie als vorübergehendes Symptom bei Beginn einer Lärmbelastung, NIEMEYER (80) als Symptom eines beginnenden Lärmhörschadens.

Unsere Ergebnisse können nur bestätigen, daß keine Beziehung zur Frequenzcharakteristik des einwirkenden Geräusches besteht. Fast 35 % aller von uns befragten Personen klagten über Ohrgeräusche. Ein Vergleich mit den Angaben anderer Autoren zeigt, daß die Häufigkeit von Ohrgeräuschen sehr unterschiedlich angegeben wird. Sie schwankt zwischen 6 % (KISHI (41)) und nahezu 100 % (LEHNHARDT (58)).

Ohrgeräusche zeigten in unseren Ergebnissen ferner eine deutliche Abhängigkeit von der Lärmintensität. Der Anteil von Personen, die einem Schallpegel von 90 dB und mehr ausgesetzt waren, lag bei der Gruppe mit Ohrgeräuschen um mehr als 9 % über dem der Gruppe ohne Ohrgeräusche. Die statistische Auswertung wies nach, daß umgekehrt unter Belastungen von weniger als 85 dB (A) sehr signifikant mehr Personen keine Ohrgeräusche hatten. Die Ansicht GRECO's und KISHI's, daß Ohrgeräusche nicht mit der Lärmintensität korreliert sind, muß nach unseren Ergebnissen bestritten werden.

Das gleiche gilt auch für den von GRECO bestrittenen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des Hörverlustes und Ohrgeräuschen. Zwar zeigt die zeitweilige Hör-

schwellenverschiebung keine Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Tinnitus, doch wird dies verständlich, wenn wir die klassierten Audiogramme der beiden Gruppen vergleichen. Hier liegt nämlich der prozentuale Anteil der hochpathologischen Audiogrammklassen 5 und 6 bei dem Kollektiv mit Ohrgeräuschen um 11,6 % höher, während der nicht pathologische Typ 1 um 18,2 % seltener auftritt als bei Personen, die nicht über Ohrgeräusche klagen. Da, wie wir gesehen haben, die TTS mit zunehmender PTS geringer wird, läßt sich damit auch begründen, daß die TTS-Klassenhäufigkeit A und B bei den Personen mit Ohrgeräuschen nicht häufiger auftritt als bei Arbeitern ohne Ohrgeräusche. Die großen Unterschiede in der Audiogrammklassierung, die nach bisherigen Erkenntnissen nicht zu erwarten waren, veranlaßten uns, die gemittelten Audiogramme beider Gruppen unter exakt gleichen Bedingungen, also auch unter gleicher Lärmintensität zu vergleichen.

Es fanden sich auf dem rechten Ohr in 3 Frequenzen, auf dem linken Ohr in allen Frequenzen signifikante oder sehr signifikante Unterschiede. In der Häufigkeitsauszählung der Audiogrammtypen stellte sich heraus, daß bei der Gruppe mit Ohrgeräuschen normales Hörvermögen signifikant seltener auftritt als bei der Gruppe ohne Ohrgeräusche. Man kann daraus folgern: Personen mit Ohrgeräuschen zeigen nachgewiesenermaßen schlechteres Hörvermögen. Es finden sich unter ihnen signifikant weniger Personen, die keinen Lärmhörschaden haben. Das entspricht vice versa der Auffassung NIEMEYER's (80), daß Ohrgeräusche als Anzeichen einer beginnenden Lärmschwerhörigkeit anzusehen sind.

7. Zusammenfassung

In einer 1971 in Hessen durchgeführten Untersuchung über Lärm und Lärmschäden in der Holzverarbeitenden Industrie wurden 824 Personen audiometrisch untersucht und an ihren Arbeitsplätzen Lärmanalysen durchgeführt, bei 564 Personen (68,5 %) außerdem die zeitweilige Hörschwellenverschiebung (temporary threshold shift, TTS) bestimmt.

Zur Auswertung von Lärmspektrogrammen, Audiometriebefunden und temporärer Hörschwellenabwanderung wurde eine Klassifikation vorgenommen. Wir unterschieden dabei zwischen Breitbandgeräuschen, Mittel- und Hochtongeräuschen, Tieftongeräuschen und Geräuschen mit tonalem Beiklang. Die Audiogrammklassierung wurde so gewählt, daß eine Differenzierung sowohl nach sozialmedizinischen Gesichtspunkten (keine oder ganz unbedeutende Hörverluste, Hörverluste ohne Kommunikationsbeeinträchtigung, Hörverluste, die einen Einbruch in das Flüsternsprachegehör bedingen, mehr als geringgradige Lärmschwerhörigkeit) als auch nach dem tonaudiometrischen Bild (insbesondere nach Lokalisation und Ausprägung der Hochtonsenke) möglich war. Die Klassierung der TTS trug dem Ausmaß der Hörgefährdung Rechnung.

Die Forderung der VDI 2058, Bl. 2, daß der Störschallpegel im Hörprüfraum 50 dB (A) nicht überschreiten dürfe, konnte in 98,4 % der Fälle eingehalten werden. Bei einem Prüftone von 500 Hz traten aber schon bei Störpegeln von mehr als 40 dB (A) im Audiogramm sehr signifikant größere Hörverluste auf als bei Störpe-

geln von 30 - 35 dB (A), so daß diese Aussage der VDI 2058, Bl. 2, zumindest für die tiefen Testfrequenzen bis einschließlich 500 Hz unrichtige Hörschwellenbestimmungen zuläßt.

Die untersuchte Population setzte sich zusammen aus 51,0 % deutschen Männern, 27,9 % ausländischen Männern, 11,0 % deutschen Frauen und 10,1 % ausländischen Frauen. Bei den deutschen Arbeitnehmern war die Altersgruppe der 30 - 39-jährigen, bei den Ausländern die der 20 - 29-jährigen am häufigsten vertreten.

Lange Betriebszugehörigkeit und geringe Fluktuation der Beschäftigten in der Holzverarbeitenden Industrie bedingen, daß die gefundenen Hörverluste im wesentlichen durch Lärmarbeit in diesem Industriezweig verursacht sind. Von jedem Probanden wurde eine ausführliche Anamnese erhoben, die sich u. a. auf Ohrerkrankungen, Schädel- und Knalltraumen bezog. Über Tinnitus klagten 35,0 % der Befragten.

60,7 % der Deutschen hatten mehr als 10 Jahre, 68,1 % aller Gastarbeiter weniger als 4 Jahre im Lärm gearbeitet. Damit hatten deutsche Arbeiter mit 16,2 Jahren eine dreimal so lange mittlere Lärmexpositionszeit wie Ausländer. Deutsche beginnen am häufigsten vor dem 21. Lebensjahr mit der Lärmarbeit, Ausländer dagegen mit 20 - 29 Jahren.

37,2 % aller Deutschen gegenüber nur 7,7 % aller Ausländer empfanden eine Gehörverschlechterung. Bei 40,9 % der Personen, die

bei sich eine Gehörverschlechterung bemerkt hatten, begann diese innerhalb der ersten 10 Lärmarbeitsjahre.

Nur 1,5 % aller Befragten trugen regelmäßig persönlichen Schallschutz. Bei dieser Gruppe lag der Beurteilungspegel des Lärms in 100 % der Fälle bei 90 dB (A) und mehr.

Der Lärmpausenpegel von 75 dB (A), den die VDI 2058, Bl. 2, als Höchstwert zuläßt, wurde in keinem Fall überschritten, der mittlere Pausenpegel betrug 68,8 dB (A) (Streuung).

Die otoskopische Untersuchung zeigte in 66 % der Fälle einen normalen Trommelfellbefund.

Der gemittelte Beurteilungspegel aus sämtlichen 15 untersuchten Betrieben lag bei 90,9 dB (A). Er deckt sich zufällig genau mit den Angaben der Allgemeinen Unfall-Versicherungs-Anstalt Österreichs, während in der bisher einzigen deutschen Veröffentlichung erheblich höhere Pegelwerte angegeben wurden. Die hohen Schallintensitäten in der deutschen Veröffentlichung basieren wahrscheinlich darauf, daß hier Untersuchungen in ausgewählten Lärmbetrieben durchgeführt wurden.

Bezogen auf alle untersuchten Probanden finden wir ein normales Hörvermögen in 39,4 % der Fälle, Innenohrschäden ohne Kommunikationsbeeinträchtigungen in 35,5 % der Fälle, Schäden, die einen Einbruch in das Flüstersprachegehör bedeuten in 11,0 % der Fälle und eine mehr als geringgradige Lärmschwerhörig-

keit in 14,2 % der Fälle. Dabei waren die Schäden mit Kommunikationsbeeinträchtigung auf dem linken Ohr um 2,8 % häufiger als rechts. Die Ursache wird in der Zuwendung des linken Ohres zur Schallquelle bei Rechtshändigkeit vermutet. Auf Grund der von uns durchgeführten Lärmanalysen und Audiogrammbefunde ist die Gefahr einer Gehörschädigung für die Tätigkeit in Maschinensälen und Sägewerken mit Abstand am größten. Deutlich geringer gefährdet erscheinen die Arbeiter, die nicht direkt an Maschinen arbeiten. Am seltensten ist bei den Beschäftigten in Furnier-, Montage- und Lackierabteilungen mit - dann auch nur geringen - Hörverlusten zu rechnen.

Für die verschiedenen Industriezweige ließ sich feststellen, daß in kleineren räumlich eingeschränkten Betrieben, die überwiegend mit Maschinen älterer Bauart ausgestattet sind und vor allem niedrige Decken aufweisen, die Gefahr einer Hörschädigung besonders groß ist. Ob die bei unseren Untersuchungen aufgestellte Rangfolge der Hörgefährdung, wonach am häufigsten in der Dachträger-, der Holzkisten- und der Polstermöbelindustrie, dicht gefolgt von der Stuhlmöbel- und Kleiderbügelindustrie mit Hörschäden zu rechnen ist, verallgemeinert werden kann oder speziell auf die von uns untersuchten Betriebe zutrifft, ist in diesem Zusammenhang von zweitrangiger Bedeutung. Bei den in großräumigen Werkhallen der Wohn- und Büromöbelindustrie Beschäftigten waren die Hörverluste jedenfalls eindeutig geringer. Kaum eine Gefährdung bestand in der Fensterbau- sowie in der Furnier- und Sperrholzindustrie.

Unter den Holzbearbeitungsmaschinen können Hackmaschinen, Mehrseitenhobelmaschinen und Kapp- und Pendelsägen als stark gehörschädigend, Tischkreissägen, Doppelendprofiler, Aufteilautomaten und Vertikalgatter als gehörschädigend, Bandschleifmaschinen und Furniermesser- maschinen als gering gehörschädigend und Überfurnierpressen und Furniertrockner als nicht gehörschädigend bezeichnet werden.

Die TTS, die ebenfalls für die verschiedenen Tätigkeiten innerhalb der Holzverarbeitenden Industrie ermittelt wurde, zeigte hinsichtlich der Rangfolge der Gehörgefährdung das gleiche Ergebnis wie die Audiogrammbefunde vor Schichtbeginn. Auf Grund zu kleiner Prüfgruppen konnten hier die Unterschiede allerdings nicht signifikant belegt werden. Im Vergleich mit dem Expositionstest nach VDI 2058, Bl. 2, scheint uns die Ermittlung der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung ohne Selektion Normalhörender im Sinne dieses Testes einfacher und mit geringerem Zeitaufwand durchführbar zu sein.

Die Häufigkeit der Audiogramme mit erheblichen temporären Hörschwellenabwanderungen (TTS) nahm mit steigender Lärmexpositions- dauer ab, die Zahl der Audiogramme, die überhaupt keine oder keine nennenswerte TTS aufwiesen, stieg mit zunehmender Zahl von Lärm- arbeitsjahren an. Dieser Sachverhalt bestätigt indirekt, daß eine TTS um so geringer sein wird, je größer sich das Ausmaß des schon bestehenden dauernden Hörverlustes (permanent threshold shift, PTS) darstellt.

Auch der phasenhafte Verlauf der Lärmschwerhörigkeit ließ sich an Hand der zeitweiligen Hörschwellenverschiebung aufzeigen. Die Tatsache, daß das Ausmaß der TTS zum gegenwärtig einwirkenden Lärm etwa in linearem Verhältnis steht, konnten wir am Beispiel der Holzindustrie bestätigen.

Zwischen Arbeitern mit ein- oder beidseitigem Einbruch in das Flüstersprachehörvermögen und solchen ohne Kommunikationsbeeinträchtigung bestanden höchst signifikante Unterschiede in der mittleren Lärmexpositionsdauer. Man kann danach in der Holzverarbeitenden Industrie nach durchschnittlich 16 - 17 Lärmearbeitsjahren (LAJ) mit einem einseitigen, nach 20 LAJ mit beidseitigem Einbruch in das Flüstersprachegehör rechnen. Mit zunehmender gegenwärtiger Lärmbelastung am Arbeitsplatz stieg auch der Prozentsatz der Probanden mit sozialer Beeinträchtigung des Hörvermögens. Eine solche fand sich aber auch bei 14,1 % der Beschäftigten, die in Lärm von weniger als 90 dB (A) (Beurteilungspegel) arbeiteten. Folgerungen hieraus bezüglich der Lärmgesetzgebung werden erwogen.

Ein Zusammenhang zwischen Einbruch in das Flüstersprachehörvermögen und Geräuschcharakter konnte wegen des zu geringen Anteils an Schmalbandgeräuschen nicht signifikant belegt werden. 41,7 % aller gefundenen Mittel- und Hochtongeräusche hatten aber ein soziales Handicap verursacht gegenüber nur 30,5 % aller Breitbandgeräusche.

Arbeiter, die ihren Arbeitsplatz als laut einschätzten, waren auch höchst signifikant häufiger höheren Geräuschpegeln ausgesetzt als solche,

die ihn als nicht laut beurteilten und umgekehrt. Die Mehrheit der Befragten empfand erst einen Pegel zwischen 85 - 89 dB (A) als laut. Lärmarbeiter mit langer Expositionszeit gaben bemerkenswerterweise unabhängig vom tatsächlich einwirkenden Lärmpegel am Arbeitsplatz größere subjektive Lärmempfindlichkeiten an (Deshabituation). Die mittlere Zahl ihrer LAJ war signifikant bzw. höchst signifikant größer als bei denjenigen, die den Arbeitsplatz als nicht laut beurteilten.

Der Sachverhalt, daß die Mehrzahl der Befragten das eigene Hörvermögen richtig einschätzte, konnte statistisch belegt werden. Innerhalb der ersten drei LAJ fanden sich signifikant bzw. sehr signifikant mehr Personen, vom 21. LAJ ab höchst signifikant weniger Personen, die ihr Gehör als noch normal einschätzten.

Der von DIEROFF beschriebene phasenhafte Verlauf der Lärmschwerhörigkeit fand sich auch in der Holzverarbeitenden Industrie. Unter der hier geringeren Schallbelastung tritt er aber Lärmarbeitszeitverschoben auf.

Das Symptom Ohrgeräusche zeigte eine deutliche Abhängigkeit von der Lärmintensität am Arbeitsplatz. Unter Belastungen von weniger als 85 dB (A) vernahmen sehr signifikant mehr Personen keine Ohrgeräusche. Ebenfalls neu ist die Beobachtung, daß Lärmarbeiter mit Tinnitus unter exakt gleichen Voraussetzungen - also auch unter vergleichbaren Beurteilungspegeln - signifikant bis sehr signifikant einen größeren Lärmhörverlust aufweisen. Ferner findet sich bei Personen mit Ohrgeräuschen signifikant seltener ein normales Hörvermögen. Man kann daraus folgern, daß Ohrgeräusche bei Lärmarbeitern als Anzeichen einer beginnenden Lärmschwerhörigkeit anzusehen sind.

8. Literaturverzeichnis:

1. BELL, A.: Noise. An Occupational Hazard and Public Nuisance.
Public Heath Papers No. 30, WHO, Genf 1966. Zit. n. Plath (82).
2. BERNHARD, H.: Persönliche Mitteilung an Niemeyer (80).
3. BOENNINGHAUS, H. G.: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Springer, Heidelberg 1970
4. BORDES, D. R., P. BARADAT, H. LIENHARDT, J. C. DEBRIC: Gefäßerweiternde Therapie in der Ohrenheilkunde; Bedeutung von Dusodril.
Gazette Medical de France 78, 7196 (1971) Übersetzung: Duso-dril-Literaturdienst Nr. 27
5. BRINKMANN, K., K. H. BROKSCH: Über die Schalldämmung von Gehörschützern I.
Z. Hörgeräte-Akustik 9, 178 (1970).
6. BRINKMANN, K., K. H. BROKSCH: Über die Schalldämmung von Gehörschützern II.
Z. Hörgeräte-Akustik 10, 10 (1971).
7. BRUCKMAYER, F., J. LANG: Störung durch Verkehrslärm in Unterrichtsräumen.
Österreichische Ingenieur-Zeitschrift 11, 73 (1968)
Zit. n. Klosterkötter (46).

8. BRUSIS, T.: Das tonaudiometrische Bild der
Lärmschwerhörigkeit.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 52,
673 (1973).
9. BRUSIS, T.: Gutachterliche Probleme beim Zu-
sammentreffen von Lärmschwerhö-
rigkeit und Hörstörungen anderer
Genese unter besonderer Berück-
sichtigung der Altersschwerhörig-
keit.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 52,
915 (1973).
10. DAMSKY, H., G. JANSEN: Expositions- und Siebtests
an Lärmarbeitern.
Vortrag auf der Gemeinschaftsta-
gung Akustik und Schwingungs-
technik 16/18. 9. 70 Berlin.
Zit. n. Flüge (21).
11. DEUTSCHER DEPESCHEN-DIENST (ddp), Düsseldorf
Juni 1974
12. DIEROFF, H. G.: Zur geschlechtsunterschiedlichen
Lärmfestigkeit.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehlk. Heilk.
177, 282 (1961).
13. DIEROFF, H. G.: Zur Problematik der Schlagimpul-
se im Industrielärm.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehlk.
Heilk. 179, 409 (1962).
14. DIEROFF, H. G.: Die Lärmschwerhörigkeit in der
Industrie.
Johann Ambrosius Barth,
Leipzig 1963.

15. DIEROFF, H. G.: Hörschäden durch Industrielärm.
Z. Arbeitsmed. Sozialmed.
Arbeitshyg. 2, 256 (1967).
16. DIEROFF, H. G., W. MEISSNER: Zur Beurteilung von
Impulsärm in der Industrie.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 43,
735 (1964).
17. DIEROFF, H. G., W. MEISSNER: Zur Erfassung impuls-
haltiger gehörschädigender Indu-
striegeräusche durch Wirkpegel-
angaben.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehl k.
Heilk. 197, 245 (1970)
18. DIN 45641: Mittelung zeitlich schwankender
Pegel.
Entwurf vom April 1971.
19. FEISER, W., R. HAUF, U. HEUFT: Lärmmessungen und
audiometrische Untersuchungen in
der Holzverarbeitenden Industrie.
Z. Arbeitsmed., Sozialmed.,
Arbeitshyg. 3, 38 (1968).
20. Feldmann, H.: Zur M. d. E. bei Lärmschwerhörigen.
Z. Arbeitsmed., Sozialmed.,
Arbeitshyg. 2, 363 (1967).
21. FLÜGGE, G.: Kritische Betrachtungen zur Beur-
teilung von Arbeitslärm am Ar-
beitsplatz hinsichtlich Hörschäden.
Z. Stahl und Eisen 91, 495 (1971).
22. GERTH, B., A. TAMM: Chronische Mittelohraffektion
bei Lärmarbeitern.
HNO (Berlin) 21, 268 (1973).

23. GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DES MASCHINENBAUES mbH:
Gruppenschau Holzbearbeitungsmaschinen und Fertigungsbedarf Holzwirtschaft.
Katalog zur Hannover-Messe 1971.
24. GLORIG, A.: World trends in the industrial noise.
Z. Hörgeräte-Akustik 6, 194 (1967).
25. GLORIG, A., H. DAVIS: Age, noise and hearing loss.
Ann. Otol. (St. Louis) 70, 556 (1961).
Zit. n. Lehnhardt (58).
26. GOLDNER, A. J.: Deafness in shipyard workers
Critical evaluation of findings in 600 cases and diagnoses of occupational deafness.
Arch. Otolaryng. 57, 287 (1953)
27. GRECO, A. S.: Considerazioni cliniche sugli acufeni nella sordità professionale.
Riv. Audiol. prot. 8, 185 (1958).
Zit. n. Z. bl. HNO 59, 185 (1957/58).
28. GRISANTI, G., G. MANZELLA: Il foro acustico per 1 2000 c/s analisi statistica e considerazioni etiologiche in relazione all'esposizione a rumori.
Ath. Clin. oto-rino-laring.
Univ. Palermo 14, 63 (1969).
Zit. n. Zbl. HNO 103, 522 (1971).

29. HAIDER, M.: Zit. n. Melchior (71).
30. HOFFMANN, E.: Lärm als schädigender Umweltfaktor.
Münch. Med. Wochenschr. 41,
2361 (1968).
31. HÖGGER, D.: Die psychologischen Schwierigkeiten bei der Bekämpfung der Lärmschwerhörigkeit in der Industrie.
Int. Arch. Gewerbepath., Gewerbehyg. 22, 306 (1966).
32. HÜLSE, M., C. J. PARTSCH: Beitrag zur Lärmschwerhörigkeit.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 49,
665 (1970).
33. IWASAWA, T.: Occupational deafness and the mode of its progress.
Otolaryng. (TOKIO) 39, 937 (1966).
Zit. n. Zbl. HNO 97, 314 (1968/69).
34. JANSEN, G.: Lärm als Krankheitsursache.
Dtsch. Med. Wochenschr. 92,
2325 (1967).
35. JANSEN, G.: Grenz- und Richtwerte der Lärmbekämpfung und ihr psychologischer Aussagewert.
Kampf dem Lärm 20, 71 (1973).
36. JOKIEL, V., H. U. FELDMANN: Lärm, ein gesundheitliches Ärgernis.
Z. Klinikarzt 1, 125 (1972).
37. KAWATA, S.: On the origin of c⁵-dip.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 52,
7 (1960).

38. KEIDEL, W. D.: Physiologie des Innenohres in:
Hals-, Nasen-, Ohrenkeildunde.
Hrsg. v. Berendes J., R. Link u.
Zöllner, Band 3, 1.
Thieme, Stuttgart 1965.
39. KEIDEL, W. D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physio-
logie, 3. Auflage
Thieme, Stuttgart 1973
40. KIERSKI, W. S.: Gesetzliche Grundlagen zur Lärm-
bekämpfung.
Bundesgesundheitsblatt 11, 185
(1968).
41. KISHI, K.: Clinical studies on noise-induced
hearing loss.
Shikoku Acta. med. 22, 51 (1966).
I. Subjective symptoms and
subjective realization of fatigue
in acoustic organs of workers.
Zit. n. Z bl.HNO 97, 547 (1968/69).
42. KISHI, K.: Clinical studies on noise-induced
hearing loss.
Shikoku Acta.med. 22, 51 (1966)
II. Actualities of hearing loss in
workers exposed to noise.
Zit.n.Z bl.HNO 97, 547 (1968/69).
43. KISHI, K.: Clinical studies on noise-induced
hearing loss.
Shikoku Acta. med. 22, 51 (1966).
IV. a) Relationship between aller-
gic diathesis and noise
susceptibility.
b) Noise susceptibility of
middle ears with inductiv
disturbance.
Zit.n.Z bl.HNO 97, 547 (1968/69)

44. KLOSTERKÖTTER, W.:Vorsorge- und Überwachungsunter-
suchungen bei Lärmarbeitern nach
der VDI-Richtlinie 2058, Bl. 2.
Z. Kampf dem Lärm 18, 29 (1971).
45. KLOSTERKÖTTER, W.: Arbeitsmedizinische Aspekte der
Lärmschwerhörigkeit.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 51,
203 (1970).
46. KLOSTERKÖTTER, W.: Lärmwirkungen und Lebensqualität.
Z. Kampf dem Lärm 20, 113 (1973).
47. KLOSTERKÖTTER, W.: Gesundheitliche Bedeutung des
Lärms.
Z bl. Bakt. 1 Orig. 212, 336
(1970).
48. KOCH, Robert: Zit. n. Lorenz, W., H. J. Neu-
mann (62).
49. KOCH, J., W. WAGEMANN: Gibt es eine Taubheit durch
Lärm?
Z. Arbeitsmed., Sozialmed. Ar-
beitshyg. 2, 27 (1967).
50. KRYTER, K. D.: Hazardous Exposure to Inter-
mitted and Steady-State Noise.
J. Acoust. Soc. Am. 39,451(1966).
51. KUP, W.: Differentialdiagnostische Studie
bei der Kombination von Schädel-
trauma und Lärmexposition.
Mschr. Ohrenheilk. 105, 170(1971).
52. LANCEAU, P.: Die Berufstaubheit - Praktische
Erfahrungen -.
Z. Lärmbekämpfung 14, 74 (1970).

53. LANGENBECK, B., E. LEHNHARDT: Lehrbuch der praktischen Audiometrie, 4. Auflage
Thieme, Stuttgart 1970.
54. LÄRMFIBEL: Informationen über Lärmbekämpfungs-
maßnahmen für Industrie und Hand-
werk.
Teroson GmbH, Heidelberg 1974.
55. LÄRM, WIRKUNG und BEKÄMPFUNG:
Schriftenreihe Arbeitssicherheit
der IG Metall, 1973.
56. LEHMANN, G.: Der Kampf gegen den Lärm.
Dtsch. Med. Wochenschr. 82,
465 (1957).
57. LEHNHARDT, E.: Zur Beurteilung schädigender In-
dustriegeräusche.
HNO (Berlin) 10, 205 (1962).
58. LEHNHARDT, E.: Die Berufsschäden des Ohres.
Arch. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.
Heilk. 185, 11 (1965).
59. LEHNHARDT, E.: Die c^5 -Senke auf Grund allgemein-
gültiger physiologischer Vorstel-
lungen.
HNO (Berlin) 14, 45 (1966).
60. LEHNHARDT, E., J. BÜCKING: Lärmpausen, eine Mög-
lichkeit zur Prophylaxe der Lärm-
schwerhörigkeit.
Int. Arch. Gewerbepath. Gewerbe-
hyg. 25, 65 (1968).

61. LORENZ, W.: Experimentelle Untersuchungen über die Schädlichkeitsbewertung von Flugzeuggeräuschen gegenüber Industrielärm.
Mschr. Ohrenheilk. 103, 492 (1969).
62. LORENZ, W., H. J. NEUMANN: Extraaurale Lärmschäden in tabellarischer Übersicht.
Z. Verkehrsmedizin u. ihre Grenzgebiete 17, 433 (1970).
63. LÜBKE, A. v.: Lärmschäden und Lärmschutz.
Z. Hörgeräte-Akustik 6, 136 (1967).
64. LÜPKE, A. v.: Über die Messung der Schalldämmung von Gehörschützern.
Z. Kampf dem Lärm 17, 78 (1970).
65. LÜPKE, A. v.: Verhütung der Gehörschäden.
Z. Hörgeräte-Akustik 10, 42 (1971).
66. MAJ, T., W. PRZEKLASA: Einfluß des Lärms auf das Gehörorgan bei Arbeitern mancher Industrierwerke ...
Zjazd. Otolaryng. pol. Katowicach 1968, 110 (1970).
Zit. n. Z bl. HNO 105, Nr. 2283, 1972.
67. MARTINET, P.: Influence sur l'acuité d'un bruit industriel continu atteignant 90 ± 5 décibels dans la bande d'une octave on il culmine.
Arch. Wal. prof. 30, 323 (1969).
Zit. n. Z bl. HNO 101, 295 (1970/71).

68. MAYER, J.: Neue Erkenntnisse über das akustische Trauma (Knalltrauma) auf Grund neuer Meßmethoden.
Mschr. Ohrenheilk. 101, 305 (1967).
69. MAYER, J.: Ein Beitrag zur Beurteilung des Industrielärms.
Mschr. Ohrenheilkunde 101, 462 (1967).
70. MEHMKE, S.: Die Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit.
Med. Welt 18, 1595 (1967).
71. MELCHIOR, E.: Was kann der Arzt zum Lärmschutz beitragen?
Z. Lärmbekämpfung 15, 138 (1971).
72. MEYER, H.: Werksarzt und Gehörüberwachung.
HNO (Berlin) 19, 346 (1971).
73. MEYER z. GOTTESBERGE, A.: Untersuchung zur Pathogenese der Hörsenken.
Arch. Ohr-, Nas., u. Kehlk.
Heilk. 175, 378 (1959).
74. MILLER, J. D.: Effects of Noise on People
US Environmental Protection Agency.
Zit. n. Klosterkötter (46).
75. MÜNKER, G.: Progrediente Innenohrschwerhörigkeit nach Schädeltraumen.
Z. Laryng., Rhinol., Otol. 51, 506 (1972).

76. NESSWETHA, W.: Prävention am Arbeitsplatz.
Dtsch. Ärzteblatt, Heft 52,
3539 (1973).
77. NEUBERT, H.: Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaub-
heit in der gewerblichen Wirt-
schaft.
Z. Arbeitsmed. Sozialmed., Ar-
beitshyg. 5, 277 (1970).
78. NIEMEYER, W.: Praktikum der Audiometrie.
II. Schwellenaudiometrie
HNO (Berlin) 18, 55 (1970).
79. NIEMEYER, W.: Zur sog. Alterskorrektur chroni-
scher Lärmhörverluste.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehl.k.Heilk.
202, 501 (1972).
80. NIEMEYER, W.: Eine Berufskrankheit unserer Zeit:
Lärmschwerhörigkeit.
Z. Kampf dem Lärm 20, 136 (1973).
81. PFANDER, F.; Höhe der temporären Schwellenab-
wanderung (TTS) im Audiogramm u.
"Rückwanderungszeit" geräusch-
und knallbelasteter Ohren, als
Test knallgefährdeter Hörorgane.
Vortrag auf d. 39. Jahreshauptver-
sammlung d. deutschen Gesell-
schaft d. HNO-Ärzte.
Arch. Klin. exper. Ohr-, Nas.-
u. Kehl.k. Heilk. 191, 586 (1968).
82. PLATH, P.: Die Prophylaxe der Lärmschwerhö-
rigkeit aus medizinischer Sicht.
Hörgeräte-Akustik 7, 110 (1968).

83. PLATH, P.: Nachweis einer Luftleitungs-, Knochenleitungsdifferenz in den höheren Frequenzen bei chronischer Lärmschwerhörigkeit.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kahlk.
Heilk. 203, 172 (1972/73).
84. PIETRUCK, S., F. RINGER: Lärm am Arbeitsplatz.
Z bl. Arbeitsmed. u. Arbeitsschutz 24, 139 (1974).
85. PRESSEL, G., W. FREUDENSTEIN: Hörschäden durch Lärm bei Ladearbeitern eines großen zivilen Flughafens.
Int. Arch. Arbeitsmed. 26, 231 (1970).
86. REICHARDT, W.: Industriegeräusche - Beurteilung und Dämmung.
Z. Lärmbekämpfung 6, 113 (1962).
87. REICHARDT, W.: Zur Trägheit der Lautstärkenbildung.
Acustika 15, 345 (1965).
88. REVESZ, G.: Akustischer Streß.
Mschr. Ohrenheilkunde 104, 502 (1970).
89. Richtlinien über Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer gegen den Lärm am Arbeitsplatz.
(Arbeitsplatzlärmschutzrichtlinie)
vom 10.11.1970.
Arbeitsschutz 12, 345 (1970).

90. ROSEN, S., M. BERGMAN, D. PLESTER, A. E. MOFTY,
M. H. SATTI: Presbyacusic study
of a relatively noise free popu-
lation in the Sudan.
Ann. Otol. (St. Louis) 71, 727
(1962).
Zit. n. Lehnhardt, (58).
91. RÜEDI, L.: Die Schallschädigungen des Ohres.
Documenta Geigy Nr. 2, 1957.
92. SANDER, J.: Lärm, Beurteilung durch den Arzt.
Dtsch. Med. Wochenschr. 99, 2111
(1974).
93. SCHMIDT, P. H.: Presbyacusic.
Int. Audiol. Supp. 1, (1967).
94. SCHMIDT-LAMBERG, H.: Nachwirkungen des Lärms.
Z. Lärmbekämpfung 13, 101 (1969).
95. SCHÖNPFLUG, W.: Lärmwirkung, Lärminderung und
Lärmappetenz.
Psychologische Aspekte der Bela-
stung durch Schall.
Z. Kampf dem Lärm 20, 125 (1973).
96. SCHRÖDER, K.: Physiologische und psychologische
Probleme des Lärms bei besonderer
Berücksichtigung der Arbeitshygiene.
Grundsatzreferat der Lärmtagung in
Dresden v. 23. - 26. 11. 1965
Dtsch. Gesundh. Wesen 22, 1053 (1967).
97. SCHRÖDER, K., E. REMPT: Untersuchungen zum Lärmpau-
senproblem.
Z. Lärmbekämpfung 6, 142 (1962).

98. SCHWETZ, F.: Über das Ausmaß der Hörschädigung bei Lärmarbeitern.
Mschr. Ohrenheilkunde 102, 663 (1968).
99. SCHWETZ, F.: Die Einstufung der Lärmbetriebe nach ihrem Gehörschädigungsrisiko.
Mschr. Ohrenheilkunde 103, 428 (1969).
100. SCHWETZ, F., R. DONNER, G. LANGER, M. HAIDER: Experimentelle Hörermüdung und ihre Rückbildung unter Ruhe- und Lärmbedingungen.
Mschr. Ohrenheilkunde 104, 162 (1970).
101. SCHWETZ, F., H. SLATIN: Zur Verwendung der Gehörschutzwatte (Billesholm)
Mschr. Ohrenheilkunde 103, 260 (1969).
102. SCHWETZ, F., G. STAHL: Die Abhängigkeit der Lärmschwerhörigkeit vom berufsbedingten Lärmimpakt.
Z. Kampf dem Lärm 16, 47 (1969).
103. STEBEL, CHR.: Lärmhörschäden und ihre Beeinflussung durch arbeitsplatzunabhängige Faktoren.
Inaugural-Dissertation (in Vorbereitung).

104. SWOBODA, H.: Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör. Eine Untersuchung an 2035 Gießereiarbeitern. Über die Bedeutung von Vorschäden für die Ausbildung einer Lärmschwerhörigkeit und über den Spätverlauf der Lärmschwerhörigkeit. Inaugural-Dissertation, Marburg 1973.
105. TETU, I. et al.: Contributions to soriorous trauma within uproarious industries. Otol., Ronol., Laringol. (Buka-rest) 1, 3 (1956)
Zit. n. Z bl. HNO 57, 306 (1957).
106. TIFFERT, H.: Lärmbekämpfung im Bergbau. Z. Bergbau 25, 190 (1974).
107. TRABANT, R.: Zur Wirkung chronischen Lärms auf das Gehör. Eine Untersuchung an 2035 Gießereiarbeitern. Über den Einfluß des Alters bei Beginn der Lärmarbeit, des Geschlechts, der Lärmintensität und des Frequenzspektrums auf die Ausbildung von Lärmhörschäden. Inaugural-Dissertation, Marburg 1973.
108. UNFALL-VERHÜTUNGS-VORSCHRIFT "LÄRM": ab 1. 12. 1974 in Kraft getreten.
109. VDI-Richtlinie 2058, Blatt 2: Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden. Arbeitsschutz 12, (1970).

110. VDMA Fachgemeinschaft Holzbearbeitungsmaschinen:
Erhebung der Fabrikationsprogramme
durch das Komitee der Holzbearbeitungsmaschinen-Hersteller.
Offenbach 1964.
111. VERORDNUNG ÜBER ARBEITSSTÄTTEN.
Entwurf des Bundesarbeitsministeriums.
Bundesratsdrucksache 684/74.
112. VOLLBRECHT, E., H. ZENK: Vorschläge zur Erfassung
lärmgefährdeter Personen und zur
Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit.
Dtsch. Gesundheitswesen 26, 85 (1971).
113. WALSH-HEALEY-REGULATION: Occupational Noise Exposure
US Department of Labour (Mai 1969).
Zit. n. Flügge (21)
114. WAGNER, R.: Unfälle und Unfallverhütung -
Stand der Entwicklung.
Dtsch. Ärztebl., Heft 47, 3243 (1973)
115. WAGNER, R., O. KÖRNER: Die geschichtliche Entwicklung
der entschädigungspflichtigen
Berufskrankheiten mit statistischen
Zusammenstellungen aus den Jahren
1925 bis 1966.
Arbeitsschutz 12, 273 (1967).
116. WARD, W. D.: Damage risk criteria for line
spectra.
J. acoust. Soc. Amer. 34, 1610 (1962).

117. WARD, W. D.: TTS in males and females.
J. acoust. Soc. Amer. 40, 478(1966).
118. WARD, W. D., A. GLORIG, D. L. SKLAR: Dependence of
temporary threshold shift at 4 kc
on intensity and time.
J. acoust. Soc. Amer. 30, 944(1958).
119. WATSON, J. E.: Bilateral asymmetry in noise
induced hearing loss.
Ann. Otol. (St. Louis) 76, 1040
(1967).
Zit. n. Z bl. HNO 97, 314 (1968/69).
120. Wirtschaftliche Situation der deutschen Holzindustrie.
Z. H. O. B. 21, 8, 1974.
121. WITTGENS, H.: Der Personenschutz gegen Berufs-
lärm.
Z. Arbeitsmed., Sozialmed., Ar-
beitshyg. 3, 294 (1968).
122. WOLFF, G.: Grundlagen der Geräuschmessung
und -beurteilung.
Z. Kampf dem Lärm 15, 125 (1968).

TABELLARISCHER

ANHANG

Bitte nur doppelt umrandeten Teil ausfüllen.

Name: Vorname:

Geburtsdatum: 19.....

Anschrift:

Name u. Anschrift d. Hausarztes:

Geschlecht: Männlich: Weiblich
Nationalität: Deutsch: Ausländer:
(Zutreffendes ankreuzen)

Beschäftigungen seit Schulentlassung (auch Militärdienst angeben,
z.B. Artillerie, Pioniere usw.)

vom bis Tätigkeit Firma, Dienst- Stärkerer
stelle usw. Lärm?
Ja Nein

.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				

Nur bei mehr als 10 Arbeitsverhältnissen:
Im jetzigen Betrieb ununterbrochen seit: 19.....

In jedem Fall ausfüllen:

Wirkt am jetzigen Arbeitsplatz stärkerer Betriebslärm ein?
(Zutreffendes umranden)
Ja Nein

Name des jetzigen Betriebes:

Art des Betriebes: (z.B. Möbelfabrik)

Genaue Angaben der Tätigkeit im Betrieb:
(z.B. Arbeit in der Sägerei)

Laufende Nummer des Betriebes:

Alter in J.

--	--

 7-8

o = 1, o = 2

--

 9

Dt. 1, Ausl. 2

--

 10

Jahr d. Schulentl. 19

--	--

 11-12

Lärm:
Ja = 1
Nein = 2

Monate Lärm

--	--	--

 13-15

--

 16

--	--	--

 17-19

--

 20

--	--	--

 21-23

--

 24

--	--	--

 25-27

--

 28

--	--	--

 29-31

--

 32

--	--	--

 33-35

--

 36

--	--	--

 37-39

--

 40

--

 40

--	--

 41-42

--	--

 43-44

--	--	--

 45-47

--

 48

Audiometrische Untersuchung nach der Lärmarbeitsschicht?
(Ja = 6, Nein = 5)

Wurde früher schon ein Audiogramm angefertigt?
Ja Nein Anschrift d. HNO-Arzttes:

Laufende Nummer des Probanden:

73	74	75	76
----	----	----	----

Medizinische Anamnese

Name.....Vorname.....geb.....

Familienanamnese

Vorzeitige Schwerhörigkeit in der Blutsverwandschaft?

(Ja = 1, Nein = 2)

☐ 7

Sonstige Auffälligkeiten in der Blutsverwandschaft?

(Ja = 1, Nein = 2)

☐ 8

Siehe zusätzliche Angaben unten

Eigenanamnese

Ohrerkrankungen (Ja = 1, Nein = 2)

☐ 9

Schädeltraumen - Unfall u. ä. (Ja = 1, Nein = 2)

☐ 10

Außerbetriebliche akustische Traumen (Ja = 1, Nein = 2)

(z.B. Militärdienst, Unfall, Jäger)

☐ 11

Gehör bei Beginn der Lärmarbeit normal?

(Ja = 1, Nein = 2)

☐ 12

Zahl der Lärmarbeitsjahre

(nur wenn unter 1 Jahr, hier Monate)

(wenn über 1 Jahr, hier Zahl der Jahre)

☐ 13-14

☐ 15-16

Lebensalter bei Beginn der Lärmarbeit

☐ 17-18

Wird das Gehör jetzt als normal empfunden?

(Ja = 1, Nein = 2)

☐ 19

Wenn nicht: Nach wieviel Lärmarbeitsjahren hat sich das Nachlassen des Gehörs bemerkbar gemacht? (keine Angaben = 99)

☐ 20-21

Ohrgeräusche (Ja = 1, Nein = 2)

(auch v o r der Lärmarbeit)

☐ 22

Zusätzliche Angaben (besondere Bemerkungen, Ergänzungen)

(Ja = 1, Nein = 2)

☐ 23

Zur Familienanamnese

☐ 24-25

Zur eigenen Anamnese

☐ 26-27

Laufende Nummer

73 74 75 76
☐ ☐ ☐ ☐ 77
☐ 2

Name: Vorname:

geb.

1. Subjektive Beurteilung durch Untersucher

Überwiegend

kontinuierlicher Dauerlärm (=1), schwankender Dauerlärm (=2),
impulshaltiger Lärm (=3) - (keine näheren Angaben möglich = 9)

6

Wieviel Stunden pro Schicht wirkt der gemessene Lärm durch-
schnittlich ein?

7-8

Hauptsächliche Dauerlärmquellen:

1.

2.

3.

Hauptsächliche Impulsärmquellen:

1.

2.

2. Lärm m e s s u n g

Bewertung, Oktavband	min.	max.	Beurteilungspegel
dB (A)			
			geschätzter Mittelwert
dB (B)			
dB (lin)			
mf 31,5			
mf 63			
mf 125			

min.			19-20
dB (A) max			22-24
beurt.			25-27
min.			28-30
dB (B) max.			31-33
mit.			34-36
dB (lin) min.			37-39
max.			40-42
mit.			43-45
mf 31,5 min.			46-48
max.			49-51
mit.			52-54
mf 63 min.			55-57
max.			58-60
mit.			61-63
mf 125 min.			64-66
max.			67-69
mit.			70-72

77

4

(Fortsetzung nächste Seite)

laufende Nummer

73 74 75 76

Lärmanalyse am Arbeitsplatz
(Fortsetzung)

Lärmmessung in Oktavbändern mf 250 ... 16 000 Hz

		min.
mf	250 Hz	max.
		mittel
		min.
mf	500 Hz	max.
		mittel
		min.
mf	1000 Hz	max.
		mittel
		min.
mf	2000 Hz	max.
		mittel
		min.
mf	4000 Hz	max.
		mittel
		min.
mf	8000 Hz	max.
		mittel
mf	16000 Hz	mittel

		7-9
		10-12
		13-15
		16-18
		19-21
		22-24
		25-27
		28-30
		31-33
		34-36
		37-39
		40-42
		43-45
		46-48
		49-51
		52-54
		55-57
		58-60
		61-63

3. Lärmpausen

Zahl der Pausen je Schicht	
Gesamte Pausendauer in min.	
Pausenpegel in dB (A)	
Pausenpegel in dB (lin)	

		64
		65-66
		67-69
		70-72

Laufende Nummer

73	74	75	76
			5
			77

Gehörgangs- und Trommelfellbefund:

Rechts

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2.....

Trommelfell geschlossen = 1

Trommelfell perforiert = 2.....

Trommelfell reizlos = 1

Trommelfell vernarbt od. gerötet = 2.....

Links

Gehörgang frei = 1, verlegt = 2.....

Trommelfell geschlossen = 1

Trommelfell perforiert = 2.....

Trommelfell reizlos = 1

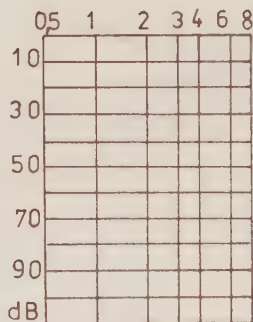
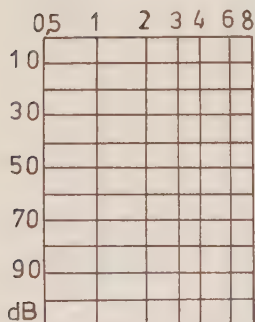
Trommelfell vernarbt od. gerötet = 2.....

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB (A).....

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB (lin).....

Rechts

Links



○—○ Luftleitung x—x
 ----- Kn.-Leitung -----

Re. Ohr

0,5 KHz

1 KHz

2 KHz

3 KHz

4 KHz

6 KHz

8 KHz

Li. Ohr

0,5 KHz

1 KHz

2 KHz

3 KHz

4 KHz

6 KHz

8 KHz

7

8

9

10

11

12

13-14

15-16

17-19

20-22

23-25

26-28

29-31

32-34

35-37

38-40

41-43

44-46

47-49

50-52

53-55

56-58

Laufende Nummer

73 74 75 76

3

77

Hörprüfung n a c h Lärmarbeitsschicht

Name:.....Vorname:.....
geb.....

Wurde während der Schicht Lärmschutz getragen?

(Nein = 2, einfache Watte = 3, Gehörschutzwatte = 4, Gehörgangsstöpsel = 5, Lärmschutzkappen = 6, Lärmschutzhelm = 7)

	7
--	---

Werden nach der Schicht Ohrgeräusche empfunden?

(Ja = 1, Nein = 2)

	8
--	---

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB (A).....

	13-14
	15-16

Geräuschpegel während der Hörprüfung in dB (lin).....

Rechts

Links

	0,5	1	2	3	4	6	8
10							
30							
50							
70							
90							
dB							

	0,5	1	2	3	4	6	8
10							
30							
50							
70							
90							
dB							

○ ——— ○ Luftleitung x ——— x
----- Knochenleitung -----

Re. Ohr

0,5 KHz

1 KHz

2 KHz

3 KHz

4 KHz

6 KHz

8 KHz

	17-19
	20-22
	23-25
	26-28
	29-31
	32-34
	35-37

Li. Ohr

0,5 KHz

1 KHz

2 KHz

3 KHz

4 KHz

6 KHz

8 KHz

	38-40
	41-43
	44-46
	47-49
	50-52
	53-55
	56-58

Laufende Nummer

73	74	75	76	6
				77

STÖRPEL:		HÄUFIGKEITEN BEIM 2. AUDIOGRAMM				
HÄUFIGKEITEN BEIM1. AUDIOGRAMM	31 - 35 dB(A)	36 - 40 dB(A)	41 - 45 dB(A)	46 - 50 dB(A)	> 50 dB(A)	
31- 35dB(A): n= 130	96 (73,9%)	10 (7,7%)	3 (2,3%)	9 (6,9%)	12 (9,2%)	
36- 40 " : n= 218	4 (1,8%)	183 (84,0%)	31 (14,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
41- 45 " : n= 126	19 (15,1%)	6 (4,8%)	95 (75,4%)	1 (0,8%)	5 (4,0%)	
46- 50 " : n= 78	9 (11,5%)	7 (9,0%)	12 (15,4%)	47 (60,3%)	3 (3,8%)	
> 50 " : n= 12	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	10 (83,3%)	2 (16,7%)	
gleichgeblieben	73,9%	84,0%	75,4%	60,3%	16,7%	
niedriger	0,0%	1,8%	19,9%	35,9%	83,3%	
höher	26,1%	14,2%	4,8%	3,8%	90%	

Anhangstab. 1: Vergleich der Prüfraumpegel zwischen den Audiogrammen bei Arbeits- oder Schichtbeginn und Arbeits- oder Schichtende. Der obere Teil der Tabelle zeigt die Änderungen in der Störpegelhäufigkeitsverteilung beim 2. Audiogramm gegenüber dem ersten. Die stärker umrandeten Kästchen geben Häufigkeit und prozentualen Anteil der gleichgebliebenen Pegelklassen wieder (Prozentangaben, bezogen auf Zeilensummen). Der untere Teil der Tabelle zeigt zusätzlich noch den prozentualen Anteil der beim 2. Audiogramm höheren und niedrigeren Störpegel.

AUDIO - GRAMM - TYP	2 Khz	3 Khz	4 Khz	6 Khz
1	X	X	< 30dB	< 30dB
2	X	< 40dB	≥ 30dB	< 4kHz um mindestens 5dB
3	X	< 40dB	< 4 kHz um mindestens 5dB	≥ 30dB
4	X	< 40dB	Differenz zu 6kHz < 5dB	Differenz zu 4kHz < 5dB
5	< 40dB	≥ 40dB	X	X
6	≥ 40dB	X	X	X

* dabei zumindest eine Frequenz ≥ 30dB

Anhangstab. 2: Definition der Audiogramklassierung

Anhangstabelle 3: Tab. 3 a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (f) der Audiogrammtypen

Tätigkeit	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Maschinendale	218	268	97	123
Montagehallen	100	52	19	17
Sägewerken	39	46	14	29
Schleifbreitlungen	28	37	5	6
Bohrbreitlungen	12	8	0	0
Furnierbreitlungen	105	68	21	16
Lackierbreitlungen	45	25	4	6
nichtmaschinell	84	68	15	21

Anhangstabelle 3: Tab. 3 b zeigt die bei statistischer Gleichverteilung erwartete Häufigkeitsverteilung (fe)

Tätigkeit	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Maschinisten	279,13	253,03	77,41	100,86
Montagehallen	74,33	67,38	20,61	26,86
Sägewerken	50,61	45,87	14,04	18,29
Schleifabteilungen	30,05	27,24	8,33	10,86
Bohrabteilungen	7,91	7,18	2,19	2,86
Furnierabteilungen	83,03	75,26	23,03	30,00
Lackierabteilungen	31,63	28,67	8,77	11,43
nichtmaschinell	74,33	67,38	20,61	26,86

Anhangstabelle 3: Tab. 3 c zeigt die noch der Chiquadrat-Mehrfachanordnung resultierenden "Einzelchiquadrat-werte" für die verschiedenen Tätigkeiten in der holzverarbeitenden Industrie.

Tätigkeit	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Maschinenstale	13,39	0,89	4,96	4,86
Montagehallen	8,87	3,51	0,13	3,62
Sägewerken	2,66	0,00	0,00	6,27
Schleifabteilungen	0,14	3,50	1,33	2,17
Bohrabteilungen	2,12	0,09	2,19	2,86
Furnierabteilungen	5,81	0,70	0,18	6,53
Lackierabteilungen	5,65	0,47	2,59	2,58
nichtmaschinell	1,26	0,01	1,53	1,28

Anhangstabelle 4: Tab. 4 a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (f) der Audiogrammtypen

Betriebsart	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Stuhlmo­belindustrie	55	68	32	43
Dachträgerindustrie	10	30	5	19
Furnier- und Sperrholzindustrie	70	51	17	16
Polstermo­belindustrie	10	25	6	3
Holz­kistenindustrie	29	37	13	29
Fensterbauindustrie	60	37	9	18
Wohnmo­belindustrie	203	133	27	23
Kleiderbügelindustrie	19	11	7	13
Büromö­belindustrie	165	173	57	59

Anhangstabelle 4: Tab. 4 b zeigt die bei statistischer Gleichverteilung erwartete Häufigkeitsverteilung (fe)

Betriebsart	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Stuhl- und Stuhlbeinindustrie	77,72	70,71	21,65	27,91
Dachträgerindustrie	25,12	22,86	7,00	9,02
Furnier- und Sperrholzindustrie	60,45	55,00	16,84	21,71
Polstermöbelindustrie	17,27	15,71	4,81	6,20
Holzleistenindustrie	42,39	38,57	11,81	15,22
Fensterbauindustrie	48,68	44,29	13,56	17,48
Wohnmöbelindustrie	151,52	137,86	42,21	54,41
Kleiderbügelindustrie	19,63	17,86	5,47	7,05
Büromöbelindustrie	178,21	162,14	49,65	64,00

Anhangstabelle 4: Tab. 4 c zeigt die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung resultierenden "Einzelchiquadratwerte" für die verschiedenen Betriebsarten der Holzverarbeitenden Industrie.

Betriebsart	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Stuhlmöbelindustrie	6,64	0,10	4,95	8,16
Dachträgerindustrie	9,10	2,23	0,57	11,04
Furnier- und Sperrholzindustrie	1,51	0,29	0,00	1,50
Polstermöbelindustrie	3,06	5,49	0,29	1,65
Holzleistenindustrie	4,23	0,06	0,12	12,47
Fensterbauindustrie	2,63	1,20	1,53	0,02
Wohnmöbelindustrie	17,49	0,17	5,48	18,13
Kleiderbügelindustrie	0,02	2,63	0,43	5,03
Büromöbelindustrie	0,98	0,73	1,09	0,39

Anhangstabelle 5: Tab. 5 a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (!) der Audiogrammtypen

Lärmquellen	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Aufteilautomaten	15	18	7	4
Überfurnierpressen	40	12	6	8
Kantenverleimmaschinen	14	24	9	7
Doppelendprofiler	86	129	27	32
Vertikalgatter	19	23	4	6
Kapp- und Pendelsägen	6	10	7	11
Furniermessermaschinen	28	20	7	3
Furniertrockner	39	19	5	3
Tischkreissägemaschinen	25	22	3	12
Mehrseitenhobelmaschinen	23	17	2	16
Tischfräsmaschinen	21	25	10	8
Bandschleifmaschinen	15	18	4	3
Hackmaschinen	3	4	2	5

Anhangstabelle 5: Tab. 5 b zeigt die bei statistischer Gleichverteilung erwartete Häufigkeitsverteilung (fe)

Lärmquellen	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Aufteilautomaten	16,59	16,93	4,62	5,86
Überfurnierpressen	24,88	25,40	6,93	8,79
Kantenverleimmaschinen	20,36	20,78	5,67	7,19
Doppelendprofiler	103,29	105,46	28,76	36,49
Vertikalgatter	19,60	20,01	5,46	6,93
Kapp- und Pendelsägen	12,82	13,09	3,57	4,53
Furniermessermaschinen	21,86	22,32	6,09	7,72
Furniertrockner	24,88	25,40	6,93	8,79
Tischkreissägemaschinen	23,37	23,86	6,51	8,26
Mehrseitenhobelmaschinen	21,86	22,32	6,09	7,72
Tischfräsmaschinen	24,13	24,63	6,72	8,52
Bandschleifmaschinen	15,08	15,40	4,20	5,33
Hackmaschinen	5,28	5,39	1,47	1,86

Anhangstabelle 5: Tab. 5 c zeigt die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung resultierenden "Einzelchiquadratwerte für die wichtigen Holzbearbeitungsmaschinen

Lärmquellen	Typ 1	Typ 2 - 4	Typ 5	Typ 6
Aufteilautomaten	0,15	0,07	1,23	0,59
Überfurnierpressen	9,19	7,07	0,12	0,07
Kantenverleimmaschinen	1,98	0,50	1,96	0,01
Doppelendprofiler	2,89	5,26	0,11	0,55
Vertikalgatter	0,02	0,45	0,39	0,12
Kapp- und Pendelsägen	3,63	0,73	3,30	9,25
Furniermessermaschinen	1,72	0,24	0,14	2,89
Furniertrockner	8,01	1,61	0,54	3,81
Tischkreissägemaschinen	0,11	0,15	1,89	1,70
Mehrseitenhobelmaschinen	0,06	1,27	2,75	8,87
Tischfräsmaschinen	0,41	0,01	1,60	0,03
Bandschleifmaschinen	0,00	0,44	0,01	1,02
Hackmaschinen	0,98	0,36	0,19	5,27

Anhangstabelle 6: Tab. 6 a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (f) der TTS-Klassen,
Tab. 6 b die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung erwarteten Häufigkeiten (fe) für die verschiedenen Tätigkeiten in der Holzverarbeitenden Industrie.

Tab. 6 a:

Tätigkeit	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
Maschinensäle	50	81	168
Montagehallen	2	3	17
Sägewerke	8	15	27
Schleifabteilungen	2	9	22
Furnierabteilungen	6	9	31
nichtmaschinell	6	18	36

Tab. 6 b:

Tätigkeit	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
Maschinensäle	43,38	79,15	176,47
Montagehallen	3,19	5,82	12,98
Sägewerke	7,25	13,24	29,51
Schleifabteilungen	4,79	8,74	19,48
Furnierabteilungen	6,67	12,18	27,15
nichtmaschinell	8,71	15,88	35,41

Anhangstabelle 7: Tab. 7 a zeigt die beobachteten Häufigkeiten (f) der TTS-Klassen,
Tab. 7 b die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung erwarteten
Häufigkeiten (fe),
Tab. 7 c die resultierenden "Einzelchiquadratwerte" in Abhängig-
keit von der Zahl der Lärmarbeitsjahre (LAJ)

Tab. 7 a:

LAJ	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 1	12	18	32
1 - 3	18	26	48
4 - 10	12	36	45
11 - 20	12	31	65
> 20	14	27	109

Tab. 7 b:

LAJ	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 1	8,35	16,94	36,71
1 - 3	12,39	25,14	54,47
4 - 10	12,52	25,41	55,06
11 - 20	14,54	29,51	63,94
> 20	20,20	40,99	88,81

Tab. 7 c:

LAJ	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 1	1,60	0,07	0,60
1 - 3	2,54	0,03	0,77
4 - 10	0,02	4,41	1,84
11 - 20	0,44	0,07	0,02
> 20	1,90	4,77	4,59

Anhangstabelle 8: Tab. 8 a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (f) der TTS-Klassen,
Tab. 8 b die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung erwarteten Häufigkeiten (fe),
Tab. 8 c die resultierenden "Einzelchiquadratwerte" in Abhängigkeit von der Lärmbelastung am Arbeitsplatz

Tab. 8 a:

Beurteilungspegel	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 85 dB (A)	5	17	62
85 - 89 dB (A)	14	35	80
90 - 99 dB (A)	43	80	158
≥ 100 dB (A)	12	10	15

Tab. 8 b:

Beurteilungspegel	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 85 dB (A)	11,70	22,46	49,83
85 - 89 dB (A)	12,98	34,50	76,53
90 - 99 dB (A)	39,16	75,15	166,69
≥ 100 dB (A)	5,16	9,89	21,95

Tab. 8 c:

Beurteilungspegel	TTS-Klasse A	TTS-Klasse B	TTS-Klasse C - E
< 85 dB (A)	3,84	1,33	6,59
85 - 89 dB (A)	0,88	0,01	0,16
90 - 99 dB (A)	0,38	0,31	0,45
≥ 100 dB (A)	9,07	0,00	2,20

Anhangstabelle 9: Tab. 9 a zeigt die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung erwarteten Häufigkeiten für die Hörverluste bei 3 Khz; die beobachtete Häufigkeitsverteilung findet sich in Tab. 6o.

Hörverlust bei 3 Khz	B e u r t e i l u n g s p e g e l			
	≤ 90 dB (A)	91-95 dB (A)	96-100 dB (A)	> 100 dB (A)
> 40 dB bds.	86,36	40,01	16,48	6,16
> 40 dB re.	22,60	10,47	4,31	1,61
> 40 dB li.	35,35	16,38	6,74	2,52
≤ 40 dB bds.	332,68	154,14	63,47	23,71

Anhangstabelle 9: Tab. 9 b gibt die resultierenden "Einzelchiquadratwerte" wieder

Hörverlust bei 3 Khz	B e u r t e i l u n g s p e g e l			
	≤ 90 dB (A)	91-95 dB (A)	96-100 dB (A)	> 100 dB (A)
> 40 dB bds.	1,77	0,63	8,06	5,55
> 40 dB re.	1,93	0,02	3,15	7,13
> 40 dB li.	2,48	3,54	2,68	2,52
≤ 40 dB bds.	2,41	0,03	5,97	1,90

Anhangstabelle 1o: Tab. 1o a zeigt die beobachtete Häufigkeitsverteilung (f) der 4 Lärmspektren,

Tab. 1o b die bei statistischer Gleichverteilung erwarteten Häufigkeiten (fe),

Tab. 1o c die nach der Chiquadrat-Mehrfachanordnung resultierenden "Einzelchiquadratwerte".

Tab. 1o a:

Geräuschcharakteristik	Personen mit Einbruch in das Flüstersprachegehör	Personen ohne Einbruch in das Flüstersprachegehör
Breitbandgeräusche	212	484
Mittel-u.Hochtongeräusche	10	14
Tieftongeräusche	9	57
Geräusche mit tonalem Beiklang	9	16

Tab. 1o b:

Geräuschcharakteristik	Personen mit Einbruch in das Flüstersprachegehör	Personen ohne Einbruch in das Flüstersprachegehör
Breitbandgeräusche	205,97	490,03
Mittel-u.Hochtongeräusche	7,10	16,90
Tieftongeräusche	19,53	46,47
Geräusche mit tonalem Beiklang	7,40	17,60

Tab. 1o c:

Geräuschcharakteristik	Personen mit Einbruch in das Flüstersprachegehör	Personen ohne Einbruch in das Flüstersprachegehör
Breitbandgeräusche	0,18	0,07
Mittel-u.Hochtongeräusche	1,18	0,50
Tieftongeräusche	5,68	2,39
Geräusche mit tonalem Beiklang	0,35	0,15

Mein Dank gilt dem verstorbenen Sozialminister des Landes Hessen, Herrn Dr. med. H. Schmidt, als dem Schirmherrn dieser Arbeit. Ebenso danke ich Herrn Obermedizinaldirektor Dr. med. E. Trense, dem Landesgewerbearzt, für wertvolle thematische Anregungen. Seinem ehemaligen Mitarbeiter, Herrn Obermedizinalrat Dr. med. G. Pressel gilt mein besonderer Dank für seine freundschaftliche Betreuung und seinen unermüdlichen Einsatz, der das Zustandekommen dieser Arbeit erst ermöglichte.

Den Gewerbeaufsichtsämtern des Landes Hessen habe ich zu danken für ihre organisatorische Mitarbeit, den Betriebsleitern der Unternehmen für ihr verständnisvolles Entgegenkommen. Für sie alle sei Herr Laub von der Firma Kübel in Bürstadt namentlich genannt.

Der "Fachgemeinschaft Holzbearbeitungsmaschinen" in Offenbach und der "Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung" in Dortmund danke ich für die Einsichtnahme mir sonst nicht verfügbarer Literaturquellen, Herrn Diplommathematiker P. Zöfel vom Rechenzentrum der Universität für die aufwendige statistische Ausarbeitung des mehr als 200.000 Daten umfassenden Zahlenmaterials und für die Beratung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Vor allem aber danke ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. Niemeyer, der uns die Arbeiten überließ, uns immer mit seinem Rat zur Seite stand und Untersuchungen wie Auswertung mit großem persönlichen Einsatz förderte.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die
Professoren:

Beckmann, Berendes, Bommer, Brück, Buchholz,
Daume, Dimroth, Dölle, Engelhard, Exner, Friede-
rich, Golenhofen, Hamelmann, Hamm, Hardewig,
Hensel, Hildebrand, Heuser, Hort, Hupe, Jacob,
Karlson, Köcke, Koransky, Kunz, Linneweh, Mahr,
Mann, Mannheim, Martini, Mattes, Nesswetha,
Niemeyer, Nöth, Nultsch, Petry, Pots, Reim, Ro-
deck, Rohen, Schiff, Schleyer, Schmid, Schmitz-
Moormann, Seidel, Siegert, Straub, Strohmeyer,
Stuke, Ularik, Voss, Walcher, Wendt, Zilliken.

Lebenslauf

Am 28. Mai 1947 wurde ich als Sohn der Eheleute Dr. med. Heinz und Gerda Geisen in Bülkau an der Niederelbe geboren.

Nach vier Jahren Volksschule in Sahlenburg bei Cuxhaven besuchte ich von 1957 an das Gymnasium für Jungen in Cuxhaven, wo ich am 14. Februar 1966 auf dem altsprachlichen Zweig das Abitur bestand.

Im Wintersemester desselben Jahres begann ich mit dem Medizinstudium in Marburg an der Lahn. Hier legte ich am 13. März 1968 die naturwissenschaftliche und am 27. September 1969 die ärztliche Vorprüfung ab. Am 1. Dezember 1972 bestand ich die ärztliche Prüfung. Während der gesamten Medizinalassistentenzeit war ich am Kreiskrankenhaus Frankenberg/Eder tätig. Seit dem 1. September 1975 bin ich Sanitätsoffizier auf Zeit am Bundeswehrkrankenhaus in Osnabrück.

